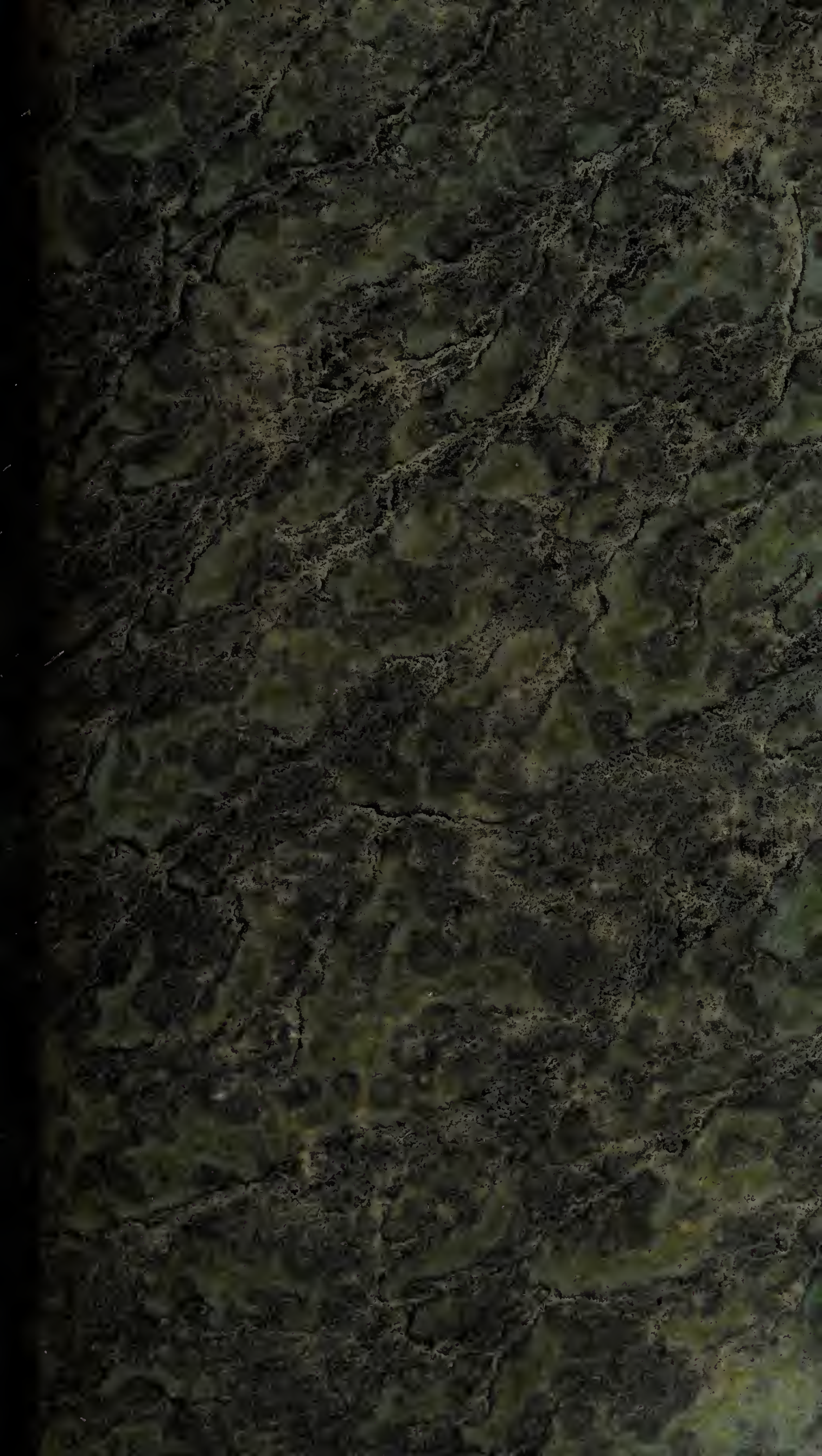



Vitam impendere Vero
ex libris O. Borelli
LIT. ROLLA
ROMA

# ANNALES

DE

# CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME VII.

# ANNALES

## DE

# CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

---

TOME SEPTIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue de Sorbonne, n° 3, près celle des Mathurins.

1817.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

# ANNALES

## DE

# CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

## Sur *l'Hydrogène phosphuré.*

Extrait d'une lettre de M. Dalton, adressée à l'Académie royale des Sciences.

« Je m'occupe, dans ce moment, des combinaisons du phosphore, et particulièrement de l'hydrogène phosphuré : j'ai lieu de croire que tout ce qu'on a publié sur ce gaz est défectueux et erroné, et qu'il n'y a qu'une seule espèce d'hydrogène phosphuré, les variétés étant produites par plus ou moins d'hydrogène *libre* qui se trouve mêlé avec lui. On peut l'obtenir très-pur au moyen du phosphure de chaux ou de baryte, en suivant le procédé du Dr Thomson (1). Voici ses principales propriétés :

(1) Ce procédé consiste à remplir une petite retorte avec de l'eau acidulée par l'acide hydrochlorique, et à y projeter du phosphure de chaux. R.

» Sa densité est à-peu-près 1,1, celle de l'air étant prise pour unité.

» L'eau en absorbe un huitième de son volume : on peut l'en dégager par la chaleur ou par d'autres gaz, mais non sans qu'il s'en décompose une partie.

» Un volume de ce gaz en exige deux d'oxigène pour sa combustion complète.

» Trois volumes, décomposés par l'électricité ou par le potassium, en produisent quatre d'hydrogène pur.

» Le chlorure de chaux absorbe l'hydrogène phosphuré et le détruit; mais il laisse tout l'hydrogène libre qu'il pourrait contenir : par conséquent on peut déterminer facilement son degré de pureté.

» Le chlore gazeux brûle à-la-fois l'hydrogène phosphuré et l'hydrogène libre, à moins que l'hydrogène phosphuré ne soit très-délayé; et, dans ce cas, il ne brûle que le dernier.

» Le gaz hydrogène phosphuré, mêlé avec le gaz nitreux dans la proportion d'un à d'eux, ou à six, fait explosion avec beaucoup d'éclat, au moyen d'une ou plusieurs étincelles électriques. Les proportions exactes sont d'un à trois et demi à-peu-près. Si le gaz nitreux manque, il reste de l'hydrogène : si c'est, au contraire, l'hydrogène phosphuré qui manque, on trouve de l'oxigène dans le résidu. Le mélange des deux gaz brûle aussi *lentement*, à savoir, en une heure, plus ou moins; l'hydrogène phosphuré disparaît, et le gaz nitreux est converti en oxide d'azote et en azote; quelquefois cependant le mélange n'éprouve aucun changement, même en quelques heures. Je n'ai pas encore trouvé la cause de cette incertitude. »

# Observation *sur le rapport qui existe entre l'oxidation des métaux et leur pesanteur spécifique.*

Par M. Frère de Montizon.

Parmi les conséquences auxquelles je suis arrivé sur les causes de l'affinité moléculaire, j'ai remarqué surtout celle-ci ; c'est que les corps, sous un même volume, absorbent des quantités d'oxigène correspondantes et proportionnelles.

Mais ayant trouvé que la composition des oxides d'un métal contrariait un peu ma remarque, et ne voulant pas me livrer à l'arbitraire, j'ai pensé devoir négliger ce premier résultat jusqu'à de plus satisfaisantes expériences.

Ce fut dans cet état d'incertitude que je me déterminai à considérer, sous de nouvelles faces, le système de l'oxigénation, afin d'y pouvoir découvrir des rapports plus positifs que les précédens ; et je suis parvenu à reconnaître, du moins à ce qu'il me semble, « que les métaux » absorbent, pour 100 de masse, des quantités d'oxi- » gène simples, multiples ou fractionnaires de leurs » densités. »

Un pareil fait pouvant être utile dans la recherche de la détermination des proportions définies, il m'a paru utile et intéressant de le recueillir et de le signaler ci-après par l'aperçu d'un tableau qui en constate l'existence.

Ce tableau, dans lequel j'ai jugé convenable de ne

mentionner qu'un oxide de chaque métal, puisque la loi des multiples conduit à saisir le rapport des autres, de sorte, par exemple, que la quantité d'oxigène renfermée dans le protoxide de plomb étant 7,73, ou les $\frac{2}{3}$ de la densité de ce métal, on conçoit que celle du deutoxide est évidemment égale à cette même densité; ce tableau, dis-je, donne lieu à distinguer le peu de différence qu'il y a entre les résultats de l'expérience et ceux de la théorie. On y verra aussi que j'ai calculé la composition des oxides de mercure d'après la densité de ce métal à l'état solide (15,612), densité trouvée par Biddle, et qui ne peut surprendre quand on considère que les corps, par le seul effet de leur passage de l'état liquide à celui solide, éprouvent souvent, dans leur pesanteur spécifique, des changemens brusques, dus à la disposition particulière que leurs molécules prennent probablement d'après l'influence de leurs configurations relatives.

Comme je présume que mon observation peut être susceptible de jeter quelques lumières sur les spéculations de la doctrine atomistique, et d'offrir en même temps un nouveau moyen de parvenir, dans les analyses, à l'exactitude mathématique, je me suis décidé à la publier, disposé toutefois à partager l'opinion que l'on voudra bien en avoir.

| INDICATION des OXIDES ET ACIDES métalliques. | AUTEURS des ANALYSES. | QUANTITÉS D'OXIGÈNE, Indiquées par les analyses. | QUANTITÉS D'OXIGÈNE, SIGNALÉES PAR LA THÉORIE, en formules. | QUANTITÉS D'OXIGÈNE, SIGNALÉES PAR LA THÉORIE, en nombres. | DENSITÉS des MÉTAUX. | OBSERVATEURS des DENSITÉS. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Protoxide de manganèse. | Berzelius. | 28,1050 | 4 D. | 28,000 | 7,000 | Hielm. |
| Oxide de zinc. | Gay-Lussac. | 24,410 | 3,5 D. | 25,010 | 7,1458 | Gay-Lussac. |
| Protoxide de fer. | Berzelius. | 29,500 | 4 D. | 30,400 | 7,600 | Musschenbroek. |
| Protoxide d'étain. | Gay-Lussac. | 13,600 | 2 D. | 14,000 | 7,000 | Gilbert. |
| Protoxide d'arsenic. | Berzelius. | 8,475 | D. | 8,308 | 8,308 | Bergmann. |
| Protoxide de molybdène. | Richter. | 8,600 | D. | 8,600 | 8,600 | Bucholz. |
| Acide tungstique. | Bucholz. | 25,000 | 1,5 D. | 25,830 | 17,220 | Allen et Aikin. |
| Deutoxide d'antimoine. | Thenard. | 26,070 | 4 D. | 26,808 | 6,7021 | Brisson. |
| Deutoxide de cobalt. | Proust. | 25,500 | 3 D. | 25,615 | 8,5384 | Tassaert. |
| Protoxide d'urane. | Berzelius. | 9,400 | D. | 9,000 | 9,000 | Bucholz. |
| Oxide de bismuth. | Lagerhjelm. | 11,275 | $\frac{4}{3}$ D. | 11,622 | 8,7168 | Musschenbroek. |
| Deutoxide de cuivre. | Berzelius. | 25,000 | 3 D. | 25,752 | 8,584 | Haüy. |
| Oxide de tellure. | *Idem.* | 24,830 | 4 D. | 24,460 | 6,115 | Klaproth. |
| Protoxide de nickel. | Proust. | 25,000 | 3 D. | 25,140 | 8,380 | Tupputi. |
| Protoxide de plomb. | Berzelius. | 7,730 | $\frac{2}{3}$ D. | 7,568 | 11,3523 | Brisson. |
| Deutoxide de mercure. | Thenard. | 8,000 | $\frac{D.}{2}$ | 7,806 | 15,612 | Biddle. |
| Oxide d'argent. | Berzelius. | 7,3985 | $\frac{2}{3}$ D. | 7,394 | 11,091 | Musschenbroek. |
| Oxide de palladium. | Vauquelin. | 25,000 | 2 D. | 24,000 | 12,000 | Vauquelin. |
| Deutoxide d'or. | Oberkampf. | 9,820 | $\frac{D.}{2}$ | 9,820 | 19,640 | Musschenbroek. |
| Deutoxide de platine. | Berzelius. | 16,380 | $\frac{4}{5}$ D. | 16,577 | 20,722 | Klaproth. |

## ANALYSE *de l'Aluminite.*

Par FR. STROMEYER.

(*Journ. de Schweigger.* XIX. 424.)

CE minéral, trouvé pour la première fois sur la Saale, près de Halle, et plus tard dans plusieurs autres lieux environnans, a été aussi découvert depuis peu d'années, par M. Webster, dans les rochers crayeux de Newhaven, près de Brighton, dans le midi de l'Angleterre. MM. Wollaston et Tennant avaient reconnu que l'aluminite de Newhaven est un sous-sulfate d'alumine; mais ils n'en avaient pas déterminé les proportions. On ne pouvait par conséquent décider sans un nouvel examen si ce minéral est de même nature que celui de Halle, dont l'analyse a été faite par M. Simon. Les expériences de M. Stromeyer l'ayant conduit à des résultats différens de ceux de M. Simon, il s'est aussi déterminé à analyser l'aluminite de Halle et celle de Morl.

### *Aluminite de Newhaven.*

On la trouve, comme celle de Halle, en rognons traversés par du gypse et de l'ocre. Son apparence est celle de la craie : elle est d'un blanc de neige, opaque, terreuse, tendre et friable au point de se laisser couper facilement au couteau, mais à un degré moindre que l'aluminite de Halle. Ainsi que cette dernière, elle présente à la loupe un tissu écailleux, à grains très-fins. Sa densité, à la température de 15° c., est de 1,7054.

Desséchée dans un tube de verre, au milieu d'un feu de charbon, elle donne de l'eau et perd 36 pour 100 : chauffée plus fortement, elle abandonne tout son acide, et sa perte totale est de 69,5. L'acide hydrochlorique la dissout sans effervescence; on peut alors isoler facilement ses principes constituans par les procédés connus d'analyse. En négligeant le gypse et l'oxide de fer, qui sont évidemment accidentels, et dont la quantité ne s'élève pas d'ailleurs à un demi-centième, on a, pour la composition du minéral :

| | |
|---|---|
| Alumine, | 29,868; |
| Acide sulfurique, | 23,370; |
| Eau, | 46,762. |
| | 100,000. |

M. Stromeyer s'est assuré qu'il ne contient point de potasse.

L'aluminite de Halle, et celle de Morl, près de Halle, ont donné à fort peu près les mêmes résultats, savoir :

| | Aluminite de Halle. | Aluminite de Morl. |
|---|---|---|
| Alumine, | 30,263; | 30,807; |
| Acide sulfurique, | 23,365; | 23,554; |
| Eau, | 46,372. | 45,639. |
| | 100,000. | 100,000. |

Les trois minéraux analysés sont évidemment identiques, et doivent être considérés comme du sous-sulfate d'alumine. En admettant avec M. Berzelius que 100 parties d'alumine en neutralisent 234,1 d'acide sulfurique,

on trouve que, dans le minéral de Newhaven, la même quantité d'alumine est combinée avec 78,24 d'acide, c'est-à-dire, avec le tiers seulement de celui qu'elle pourrait neutraliser (1).

On ne dévra plus désormais classer l'aluminite parmi les minéraux argileux, et encore moins lui conserver le nom d'*alumine pure*, qui lui est encore donné par quelques minéralogistes. Sa véritable place est près de l'alun, et le nom d'*aluminite* doit être exclusivement employé pour désigner ce minéral.

---

(1) D'après l'analyse de M. Simon, l'aluminite est composée de : alumine, 32,50; acide sulfurique, 19,25; eau, 47; silice, chaux et oxide de fer, 1,25; et, d'après celle de M. Bucholz, de : alumine, 31,0; acide sulfurique, 21,5; eau, 45; silice, chaux, oxide de fer et perte, 2,5. Le Dr Thomson conclut de ces analyses que l'aluminite est composée d'une proportion ou atome d'acide sulfurique et de quatre d'alumine, et qu'elle contient exactement la même quantité d'eau que l'alun. On peut par conséquent la considérer comme formée d'une proportion de sous-quadrosulfate d'alumine et de dix proportions d'eau (*Syst. of Chem.* 5e édit. III. 418). Mais, d'après l'analyse de M. Stromeyer, l'aluminite, au lieu d'une proportion de sous-quadrosulfate d'alumine, contiendrait une proportion de sous-tritosulfate. R.

---

## Lettre *de M.* Biot *aux Rédacteurs sur le rapport du mètre au pied anglais.*

« Messieurs,

» En lisant les divers Numéros de votre Journal qui ont paru pendant mon voyage dans le Nord, je viens de voir, dans celui de juin 1817, une note de M. de Prony où ce savant célèbre, s'appuyant sur des expériences faites en 1801 par une commission de l'Institut, et sur d'anciennes comparaisons faites en 1768 par Maskeline, trouve que la longueur du mètre en pouces anglais est égale à 39,3827, au lieu de 39,37024, que j'ai supposé dans les tables qui accompagnent mon *Traité de Physique ;* sur quoi M. de Prony témoigne le regret que j'aie donné cette dernière valeur, qui, ainsi présentée comme absolue et sans aucune réduction de température, serait, selon lui, en erreur de plus d'un centième de pouce, ou un tiers de millimètre environ.

» Comme l'autorité de M. de Prony pourrait presque passer pour une décision, et comme le résultat mis en doute est très-important à cause de ses applications fréquentes, je crois utile de faire voir, 1° que la valeur du mètre en pouces anglais, telle que je l'ai donnée, est correcte ; 2° que les expériences sur lesquelles M. de Prony s'appuie donnent aussi cette même valeur lorsqu'elles sont interprétées convenablement.

» Pour cela, il suffit de définir avec exactitude ce que c'est que le mètre, et ce que sont les pouces anglais.

» Le mètre est la dix millionième partie du quart du méridien terrestre, supposé elliptique. Sa longueur, ainsi

énoncée, est fixe et invariable; mais, quand on veut la représenter par un étalon métallique, on prend cet étalon à la température de la glace fondante, et on lui donne la longueur convenable. En le subdivisant, on a les décimètres, les centimètres et les millimètres. Conséquemment, lorsqu'on énonce une mesure quelconque en mètres, ou en décimètres, ou en millimètres, on est censé connaître la nature de l'étalon en fonction duquel on l'exprime ; on est censé l'avoir comparée à cet étalon pris à la température de la glace fondante; car il ne représente le mètre qu'à cette température-là.

» Les POUCES ANGLAIS ne sont point déduits, comme le mètre, d'un type naturel et invariable. On entend par cette dénomination un certain intervalle pris entre deux traits, ou entre deux points, sur un étalon de laiton, mis à la température de 62° Fareinheit, ou 16° $\frac{2}{3}$ du thermomètre centésimal. Ces intervalles n'expriment des pouces anglais qu'à cette température précise. Conséquemment lorsqu'on énonce une certaine mesure en pouces anglais, on est supposé l'avoir comparée à l'étalon dans les circonstances susdites, ou l'y avoir ramenée par le calcul, si on l'a réellement comparée avec lui à une température différente.

» Appliquons ces définitions aux expériences de Maskeline. Ce savant, ayant comparé la toise en fer de Bouguer avec un étalon de laiton divisé par Bird, l'un et l'autre à la température de 62° Fareinheit, ou 16° $\frac{2}{3}$ centigrades, a trouvé que la toise française, prise à cette température, égalait 76,734 pouces anglais, tels que nous les avons définis plus haut. Maintenant, suivant les expériences de Borda, confirmées par la commission des poids et mesures de l'Institut de France, le MÈTRE, tel

que nous l'avons défini plus haut, étant comparé à la toise de Bouguer, prise à la température de 16° $\frac{3}{4}$ du thermomètre centésimal, égale $0^t,5130740$. Si l'on néglige la différence de 16° $\frac{3}{4}$ à 16° $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire, $\frac{1}{12}$ de degré, qui ferait moins de $\frac{1}{1100}$ de ligne sur la longueur de la toise, il s'ensuivra que la valeur précédente du mètre en fonction de la toise pourra être immédiatement convertie en pouces anglais, en la multipliant par 76,734, nombre des pouces anglais contenus dans la toise prise à cette même température. Le produit est 39,37022. C'est précisément la valeur du mètre en pouces anglais que j'ai donnée dans mon *Traité de Physique.*

» Les expériences que M. de Prony a faites avec MM. Pictet et Legendre conduisent au même résultat; car, en mettant le mètre et un étalon anglais de laiton, l'un et l'autre à la température de la glace fondante, on a trouvé que le mètre égalait 39,3827 divisions de l'étalon, qui auraient été des pouces à la température de 62° Farenheit, ou 16° $\frac{2}{3}$ du thermomètre centésimal. Conséquemment ces divisions, prises à 0° de température, étaient plus courtes que des pouces anglais; et pour convertir en de tels pouces la longueur qu'elles expriment, il faut la réduire dans la proportion de la dilatation du laiton, depuis 0° jusqu'à la température normale de 16° $\frac{2}{3}$. En faisant ce calcul, d'après les Tables de dilatation de MM. Lavoisier et Laplace, que j'ai rapportées dans mon *Traité de Physique*, on trouve que les 39,3827 divisions doivent être diminuées de 0,01234, et alors il reste 39,37036 pour la valeur du mètre en pouces anglais; ce qui s'accorde encore très-bien avec celle que j'ai donnée.

» J'ajoute que ces évaluations se trouvent aussi parfaitement conformes à celles que le capitaine Kater vient d'obtenir en comparant l'étalon de Schuckburg avec des mètres de platine envoyés par le Bureau des Longitudes à la Société royale de Londres, et qui avaient été étalonnés ici avec le plus grand soin sur le mètre des archives. Les différences de ces nouvelles évaluations avec les anciennes sont si légères qu'on peut dire qu'elles ne sont pas encore bien assurées ; car elles peuvent dépendre des différentes valeurs des dilatations dont on a fait usage pour réduire la différence des thermomètres, et même de l'inégalité des étalons anglais que l'expérience prouve n'être pas rigoureusement identiques ; ce qui confirme l'utilité déjà indiquée par tant d'autres considérations, d'employer un étalon pris dans la nature. Quoi qu'il en soit, les valeurs rapportées plus haut peuvent, jusqu'à présent, être employées sans erreur sensible ; et cela confirme les propositions que j'ai avancées au commencement de cette lettre. De plus, la correction qui en dérive pour la note de M. de Prony devra être aussi appliquée aux résultats insérés par ce savant célèbre dans le tome III de l'ouvrage de M. Delambre, intitulé : *Base du Système métrique décimal*, pages 462, 469 et 479.

» J'ai l'honneur d'être, etc.

» BIOT. »

---

M. de Prony avait déjà senti lui-même l'importance de la correction thermométrique dont parle M. Biot. Nous n'attendions, pour corriger, d'après sa remarque, les premiers résultats, que la publication du Mémoire dans lequel M. le capitaine Kater se propose de réunir les expériences nombreuses et très-précises qu'il a faites pour trouver le rapport des mesures françaises aux mesures anglaises. (R.)

# Sur *les Causes auxquelles on peut attribuer le transport des blocs de roches des Alpes qui sont épars sur le Jura.*

( Lu à l'Académie royale des Sciences de Berlin. )

Par M. Léopold de Buch.

( Extrait par M. Brochant-de-Villiers. )

Tous les voyageurs qui ont traversé le Jura pour entrer en Suisse ont remarqué, sur la pente orientale de cette chaîne entièrement calcaire, un grand nombre de blocs de granites et d'autres roches dures, quelquefois d'un volume énorme (1), qui sont épars à la surface du sol ; association d'autant plus extraordinaire que, dans ces contrées, il n'existe de roches de granite en place que dans les Alpes, à une distance d'au moins vingt-cinq lieues.

Ce grand phénomène géologique, un des plus frappans peut-être de tous ceux connus jusqu'ici, a fixé depuis long-temps l'attention des naturalistes. L'illustre Saussure et tous ceux qui ont observé la Suisse s'en sont

---

(1) L'auteur en cite un entr'autres qui existe près de Neuchâtel, sur la montagne de Pierre-à-Bot, à 800 pieds au-dessus du lac. Ses dimensions sont 40 pieds de haut sur 50 pieds de long, et 20 pieds de large. Il estime qu'il a un poids plus que double de celui du rocher qui a été transporté à Saint-Pétersbourg pour servir de piédestal à la statue du Czar Pierre I[er].

occupés; néanmoins on est encore loin de le connaître complètement, et l'objet du Mémoire de M. Léopold de Buch est de réunir tous les faits qui lui sont relatifs, parmi lesquels il y en a plusieurs qui n'étaient pas encore connus, et de rechercher à-la-fois les causes qui ont pu le produire, et le gîte originaire de ces blocs dispersés.

Personne n'était sans doute plus en état que lui de traiter cette matière difficile, tant à cause de ses vastes connaissances en géologie que par suite des nombreuses observations qu'il a pu recueillir dans ses fréquens voyages dans les Alpes, et par le séjour de plusieurs années qu'il a fait au pied du Jura, dans le pays de Neufchâtel.

Il est difficile d'extraire convenablement un Mémoire qui n'est presque qu'une exposition d'une série de faits; et nous regrettons de ne pouvoir en donner à nos lecteurs une traduction complète; néanmoins nous espérons que le précis qui va suivre suffira pour leur faire connaître les idées de M. de Buch, et pour exciter leur intérêt.

Ces dépôts de blocs de roches primitives ne sont pas indifféremment répandus sur toute la chaîne du Jura; Saussure a observé le premier qu'ils étaient toujours plus abondans et plus élevés vis-à-vis les grandes vallées des Alpes. M. de Buch, en rappelant ce caractère fondamental, fait voir qu'il en existe vis-à-vis la vallée du Rhône (et presque tous les faits qu'il cite sont relatifs à ce dépôt, qui est le plus considérable et le mieux connu); qu'on en observe également vis-à-vis la vallée de l'Aar, celles de la Limmat, de la Reuss, et aussi en face de celle de

l'Arve. Chacun de ces dépôts se distingue très-bien de tous les autres par la nature des roches qu'on y rencontre ; mais tous offrent cet autre caractère remarquable, qu'ils sont limités aux pentes du Jura, et qu'on ne trouve point de rochers analogues dispersés sur les plaines qui séparent cette chaîne de celle des Alpes. Ainsi, dans le dépôt qui fait face à la vallée du Rhône ou du Valais, et dont le centre est à la montagne de Chasseron, aux environs de Neufchâtel et d'Yverdun, il n'y a de rochers que sur la pente du Jura, même à une certaine hauteur ; il n'y en a pas, ou du moins que très-peu, au bord du lac de Neufchâtel, ni dans tout le pays de Vaud. Seulement quelques sommités intermédiaires plus élevées en présentent quelques-uns sur leur côté opposé aux Alpes, comme si elles avaient arrêté ces rochers dans leur trajet ; et, par suite, on observe que les parties du Jura opposées à ces sommités intermédiaires sont peu chargées de blocs primitifs, comme si elles en avaient été abritées par elles.

Il est donc généralement reconnu que ces rochers primitifs sont venus des Alpes, et dans la direction des vallées qui leur sont opposées ; et comme il est de toute évidence qu'ils n'ont pas descendu dans les parties basses de la Suisse pour remonter ensuite sur les pentes du Jura, on est conduit à rechercher quelle a pu être la cause de leur transport à une distance aussi considérable sans qu'il en soit resté dans l'espace intermédiaire : il y a eu, à cet égard, plusieurs opinions.

Suivant celle qui est le plus en crédit en Suisse, ces rochers seraient tombés de leurs gîtes originaires sur de vastes *glaçons* qui auraient flotté sur la mer qui couvrait alors la Suisse, et qui, après les avoir ainsi trans-

portés au loin, les auraient déposés sur le Jura, où ils devaient, d'après la direction des courans, venir s'échouer.

D'autres, regardant cette supposition d'immenses glaçons comme invraisemblable, mais admettant la même idée de transport par flottage, préfèrent leur substituer des trains de bois, ou *radeaux naturels*, analogues à ceux qu'on a observés ailleurs sur de grands fleuves.

M. Deluc pensait, au contraire, que ce transport était l'effet d'une grande et subite *explosion* produite par un dégagement de fluides élastiques; et cette présomption se liait très-bien avec son hypothèse de l'affaissement des montagnes dans d'immenses cavernes, pour expliquer et la formation des vallées et le relèvement des couches. La rupture de ces grandes cavités souterraines devait avoir produit et ce dégagement de fluides élastiques, et la destruction d'une grande partie des montagnes, et la dispersion de leurs débris à des distances considérables.

Dolomieu paraît avoir présumé que les pentes du Jura où l'on trouve des blocs primitifs, et les points élevés des Alpes où nous trouvons encore aujourd'hui des granites, ont été unis, à une certaine époque, par un vaste *plan incliné* sur lequel ces blocs ont été transportés à-peu-près comme par des torrens; mais que des révolutions postérieures ont détruit ce plan incliné, ont creusé profondément les plaines de la Suisse, et ont fait disparaître toutes les traces intermédiaires de ce dépôt de débris, pour n'en laisser subsister que la partie extrême sur la digue qui lui servait de limite.

M. de Buch se refuse à admettre aucune de ces explications.

L'*explosion* imaginée par Deluc aurait dû certainement rejeter des débris dans tous les sens, et non pas seulement sur le Jura. Les parties de cette chaîne abritées par des montagnes élevées n'en auraient pas été exemptes.

Comment concevoir que des milliers de *glaçons* ou de *radeaux* aient pu être tous poussés précisément dans la même direction? D'ailleurs, ils auraient dû s'échouer tous au même niveau, celui de l'eau où ils flottaient, et non pas, comme on l'observe, à des hauteurs différentes, ayant entr'elles des rapports déterminés.

L'auteur fait la même objection contre le *plan incliné* supposé par Dolomieu.

Cette *différence de niveau* dans les rochers d'un même dépôt sur différens points est donc le principal motif qui le détermine à rejeter toutes ces explications de ce grand phénomène. Saussure avait trop de sagacité pour ne pas avoir remarqué cette *différence de niveau*; mais il ne l'a indiquée que d'une manière générale. M. de Buch s'est attaché à en déterminer les caractères et les limites par des observations précises et multipliées, dont nous ne rapporterons que les principales.

Si de Martigny et de Saint-Maurice en Valais on descend la vallée du Rhône jusqu'au lac de Genève, et qu'on continue de suivre la même direction en ligne droite jusqu'au Jura, on arrive à la montagne de Chasseron, située au-dessus d'Yverdun et d'Orbe; c'est à ce point où aboutit la direction centrale de la vallée du Rhône; et si sur les deux flancs de l'embouchure de cette vallée on mène deux rayons, ils iront rencontrer le

Jura en divergeant, l'un auprès de Bienne, et l'autre aux environs de Nyon.

Maintenant, si des plaines qui servent de base au Jura on veut monter sur cette montagne de Chasseron, il faut s'élever jusqu'au lieu nommé *les Bulets*, à une hauteur de......... (1) au-dessus de la plaine, avant de rencontrer les blocs de granite; un peu plus au nord, sur la montagne de Boudry, ils ne sont qu'à 1100 pieds; plus loin, au-dessus de Neufchâtel, à l'extrémité du val de Ruz, à 840 ou 850 pieds; plus loin encore, vers le commencement du lac de Bienne, à 800 pieds; et

---

(1) Le texte allemand porte cette hauteur à 5900 pieds; il est évident qu'il y a ici une erreur, sans doute par faute d'impression. Le lac de Neuchâtel est élevé d'environ 1320 pieds au-dessus de la mer; il en résulterait que les *Bulets* seraient à 7220 pieds de hauteur absolue; ce qui ne se peut pas, la plus haute montagne du Jura, le Reculet, n'atteignant qu'une élévation absolue de 5196 pieds, et par conséquent de 3876 pieds au-dessus du lac de Neufchâtel. D'ailleurs, le Reculet, ainsi que quelques autres cimes, ne sont que des proéminences éparses sur la ligne très-peu ondulée que forme la chaîne à une hauteur absolue moyenne d'environ 3000 pieds.

Nous n'avons pu retrouver, dans aucun ouvrage sur la Suisse, la hauteur de la montagne de Chasseron, encore moins celle du hameau des Bulets; mais, d'après ce qu'on vient de dire et d'après la suite du texte, nous présumons que la hauteur que M. de Buch a voulu donner à ce hameau des Bulets, où l'on commence à rencontrer des blocs sur la pente de la montagne de Chasseron, ne peut être que de 1400 ou 1500 pieds au plus au-dessus de la plaine. (??)

auprès de Bienne même on les trouve déjà à quelques centaines de pieds de hauteur; encore la plupart de ceux-ci ne font plus partie du dépôt opposé au Valais ou au Rhône, mais du dépôt de l'Aar.

Si, au contraire, en partant de Chasseron, on s'écarte au midi, vers Genève, on voit la ligne inférieure des blocs s'abaisser de même graduellement, mais beaucoup plus vite. A Nyon, qui est moins éloigné de Chasseron que le lac de Bienne, on ne trouve plus aucun bloc ni sur les pentes, ni dans les plaines. Il est vrai que, pour ce dernier point, l'embouchure du Valais commence à être entièrement masquée par des montagnes interposées.

Il résulte de toutes ces observations que les hauteurs inférieures du dépôt de roches de cette partie du Jura correspondent aux différentes directions de la vallée du Rhône indiquées ci-dessus. Le point le plus élevé de ce dépôt est opposé à la direction centrale, et les points les plus bas aux directions extrêmes. On remarque aussi les mêmes rapports dans les limites supérieures du dépôt de roches; en sorte qu'il forme sur le Jura, non pas une bande horizontale, mais *une espèce de zone dont le point culminant fait face au centre de l'embouchure du Valais.*

M. de Buch pense que cette disposition conduit nécessairement à admettre *que la dispersion de ces blocs est due à une sorte de projection violente*, cette hypothèse lui paraissant la seule qui puisse expliquer la plus grande élévation des blocs dans la direction centrale, leur abaissement dans les directions extrêmes, et leur absence totale dans les plaines intermédiaires et sur les bords du lac de Genève. Il pense aussi que la dispersion a dû

être *le résultat d'un seul coup*, parce qu'une force continue eût chassé des blocs au-delà des limites des deux rayons extrêmes de l'embouchure du Rhône.

Pour appuyer cette hypothèse d'un coup violent unique, il suffit de supposer que les montagnes des Alpes d'où ces blocs provenaient étaient beaucoup plus élevées que le Jura, ce qu'il est facile de prouver; et que la vitesse de la force qui les chassait était plus grande que celle de leur gravité. — Dès-lors on conçoit que ces rochers ont pu traverser le pays de Vaud, qui les séparait du Jura, sans y tomber, comme il arrive d'un boulet de canon qu'on tire au-dessus d'une grande profondeur.

Cependant, comme cette vitesse présumée est incomparablement plus grande que celle d'un boulet de canon dont le choc produit des dégradations considérables, on devrait trouver sur le Jura des traces bien plus fortes du choc épouvantable qu'ont dû y produire ces rochers; et néanmoins on n'en observe pas.

L'auteur, qui s'est fait à lui-même cette objection, pense que le temps a dû nécessairement faire disparaître ces traces; mais il remarque que les blocs eux-mêmes présentent des caractères qu'il ne peut attribuer qu'à la réaction que le choc leur aura fait éprouver. Les gros blocs sont presque toujours entourés d'autres blocs plus petits (quoiqu'encore d'un volume tel que leur transport est au-dessus des forces humaines, ou de celles des torrens actuels), situés, par rapport au plus gros, de manière qu'on reconnaît une correspondance parfaite entre leurs faces, et qu'on voit que ce sont des fragmens d'un même bloc que l'on pourrait réunir pour lui rendre sa première forme. Entr'autres groupes de ce genre, il en

cite un sur la route de Vanseyon à Valangin, près du domaine de Petit-Pierre, un autre au commencement de la vallée de Corcelles, d'autres encore sur la route de Soncebos, au-dessus de Bienne.

Un des meilleurs moyens de bien apprécier la cause et le mode de dispersion de ces blocs de rochers est de déterminer d'une manière précise leur gîte originaire, qui jusqu'ici n'a été qu'indiqué vaguement, par une forte présomption, dans les Alpes, et de retrouver en place des roches semblables dans les montagnes de cette chaîne.

Ici, les raisonnemens de l'auteur ne le conduisent pas à des idées hypothétiques, mais à des résultats positifs appuyés sur une grande multiplicité de faits.

Le granite étant la roche la plus commune des blocs du Jura, c'est celle qu'il importe le plus de retrouver dans les sommités des Alpes. M. de Buch rappelle d'abord que les granites des différentes parties des Alpes se distinguent très-bien les uns des autres; que l'on reconnaît très-facilement ceux de la chaîne du Mont-Blanc d'avec ceux du Saint-Gothard, de la Grimsel et du Grindelwald : il entre dans beaucoup de détails sur les caractères que présentent les granites du Mont-Blanc, et il fait voir que ces granites sont les mêmes que ceux des blocs du Jura.

Si l'on cherche ensuite plus particulièrement de quelle partie de la chaîne du Mont-Blanc ces granites du Jura proviennent, on est bientôt mis sur la voie par un passage de Saussure, dans lequel il s'est occupé d'assigner l'origine d'autres blocs semblables observés dans la vallée de la Dranse, au-dessus de Martigny.

M. de Buch rapporte cette indication de Saussure, et c'est elle qui l'a guidé dans les recherches qu'il a faites sur les lieux en 1810, et l'a conduit à reconnaître que les *blocs de granite du Jura*, comme ceux de la Dranse, *proviennent* de la haute cime dite *la Pointe d'Ornex*, qui est la partie antérieure, et comme le promontoire le plus septentrional de la chaîne ou du grand massif du Mont-Blanc. Une carte jointe à son Mémoire fait voir que la pointe d'Ornex se trouve précisément dans le prolongement de la direction centrale de l'embouchure du Valais, et que ces quatre points, la montagne de Chasseron sur le Jura, Saint-Maurice, Martigny et la *Pointe d'Ornex* sont sensiblement sur une seule ligne droite.

Nous ne pouvons le suivre dans les observations intéressantes qu'il rapporte sur les vallées des Alpes, adjacentes à cette direction, celles de Ferret, de Champeix, d'Entremont, de Bagne, etc., et qui toutes tendent à y faire reconnaître des traces plus ou moins évidentes du grand courant de blocs de granites venus de la Pointe d'Ornex. Il fait remarquer encore que la chaîne du Mont-Blanc formant, pour ainsi dire, un avant-corps isolé de la chaîne des Alpes devait être plus exposé à des dégradations, et surtout dans une de ses extrémités, qui est cette *Pointe d'Ornex*; ce qui d'ailleurs est entièrement confirmé par une observation semblable faite à l'autre extrémité de cette chaîne, dans les aiguilles au-dessus du val de Montjoie. On y retrouve le même granite qui constitue les blocs épars sur le Jura, dans la direction de la vallée de l'Arve.

Indépendamment du granite qui est la roche la plus abondante parmi les blocs du Jura, on y trouve encore

un *poudingue* ou *conglomerat* qui n'atteint que les parties les plus basses, et dont on rencontre quelques blocs épars dans le pays de Vaud; une espèce de *gneiss*, un *calcaire noir*, une *grauwacke*, et une *roche de diallage* et de *jade* très-fréquente aussi dans le pays de Vaud, aux environs de Lausanne.

Toutes ces roches ont leurs analogues dans les montagnes immédiatement adjacentes à la direction que nous avons indiquée.

Le *poudingue* est évidemment le même que le fameux *poudingue de Valorsine* et de Trient, décrit, en premier lieu par Saussure, et qui constitue, là comme dans la Tarentaise (Savoie), un terrain de transition. Les sommités au-dessus de Trient, qui en sont composées, tiennent immédiatement à la Pointe d'Ornex. Ce sont donc leurs débris qui ont été entraînés sur le Jura, et d'autant plus qu'on n'a pas encore observé cette roche ailleurs dans la Suisse.

Le *gneiss* provient des montagnes entre Saint-Branchier et Martigny, toujours comprises dans la même direction.

Le *calcaire noir* et la *grauwacke* appartiennent aux deux grandes montagnes connues sous les noms de *Dent-du-Midi* et *Dent-de-Morcle*, qui bordent l'embouchure du Valais, auprès de Saint-Maurice.

Enfin, la *roche de diallage et de jade* provient de la vallée de Bagne, adjacente à celle de la Drance. Sans doute on rencontre aussi cette roche au Mont-Rose et dans la vallée de Sass; mais ce ne peut être là l'origine des blocs de même nature qu'on trouve sur le Jura; si cela était, on en trouverait aussi dans le Valais, au-dessous

de ces deux points, et d'ailleurs on devrait trouver sur le Jura d'autres roches analogues à celles du Mont-Rose.

Toutes les observations se réunissent donc à prouver que *le dépôt de rochers de cette partie du Jura provient de l'embouchure du Rhône, ou des montagnes qui l'avoisinent dans la même direction.*

Cette origine étant déterminée, M. de Buch revient à son hypothèse d'une explosion violente et unique, et il fait voir qu'elle est sujette à de grandes difficultés, et que pour en assigner la cause et en calculer la force, on est conduit à des résultats qui dépassent tout ce qu'il est permis à l'imagination de supposer. Aussi il conclut qu'on ne peut attribuer le transport de ces blocs au courant du Rhône, et qu'il est vraisemblable que ce transport est dû à une cause bien plus générale.

Les autres parties du Jura qui sont opposées aux débouchés des autres vallées des Alpes présentent un phénomène absolument semblable à celui qui est en face du Valais, et qui vient d'être décrit; mais tous les autres dépôts de blocs alpins sont moins étendus et présentent des caractères beaucoup moins variés. Cependant chacun d'eux se distingue parfaitement des autres par la nature de ses blocs. Celui du Rhône ou du Valais est, comme on l'a vu, caractérisé par des granites du Mont-Blanc, des conglomérats de Trient, et des roches de diallage et de jade; de même, *le dépôt opposé à l'Aar*, dont la direction est par Thun, Berne et Soleure, présente des blocs de *granites grenus* comme ceux du *Grindelwald*, et des *gneiss* comme au pied de l'*Eigger*. — *Celui de la Limmat*, qui se dirige à travers une grande partie du canton de Zurich, offre un *conglomérat rouge* qui est

très-fréquent dans les montagnes de *Glaris*. — *Le dépôt opposé à la vallée de l'Arve*, au-dessous de Genève, est, comme on l'a dit, composé des mêmes granites qu'on observe à la pointe méridionale de la chaîne du Mont-Blanc. — *Celui de la Reuss* présente des *granites, etc.* On n'a pas encore observé, sous ce rapport, les parties opposées au Rheinthal ; et en général les dépôts que l'on vient de citer sont encore bien moins connus que celui qui fait face au Valais. Sans doute ils fourniront beaucoup de faits qui jetteront une grande lumière sur le phénomène en général.

Les montagnes qui se trouvent dans la direction de ces différentes vallées ou débouchés présentent souvent, comme on l'a indiqué pour celui du Rhône, des amas de blocs sur leur pente opposée aux Alpes. Sur le côté sud du mont Rigi, on voit un assez grand nombre de rochers de granites, quelquefois d'un volume énorme. Deux de ces blocs monstrueux ont suffi pour bâtir en 1810 l'église entière de Gersau.

M. de Buch étend ensuite ses considérations à un phénomène semblable observé dans des contrées fort éloignées de la Suisse. *Les blocs de rochers primitifs qui sont épars sur toutes les plaines du nord de l'Europe* sont évidemment le résultat d'une révolution du même genre, mais infiniment plus étendue. Sans doute ces blocs sont bien plus éloignés des montagnes qui ont pu les fournir, mais c'est qu'ils n'ont point trouvé, comme les blocs des Alpes, une digue qui les ait arrêtés ; et certainement ceux-ci eussent été se perdre au loin dans les plaines de la Saône et du Doubs, s'ils n'eussent pas rencontré une barrière dans la chaîne du Jura.

Ces blocs du Nord sont principalement composés d'une sorte de granite feuilleté ou rubanné, ou d'un gneiss à mica écailleux; cependant c'est en vain que l'on parcourt les montagnes de la Saxe et de la Silésie; on y rencontre à peine une roche qui leur soit analogue. Au Riesengebirge (montagne des Géants), le granite n'est point feuilleté, et le gneiss est beaucoup plus schisteux. Ce n'est donc point dans ces chaînes primitives qu'il faut chercher l'origine de ces blocs. D'ailleurs, lorsqu'on parcourt les contrées qu'ils couvrent en se dirigeant au sud, on les voit diminuer et disparaître long-temps avant que l'on approche de ces montagnes. A peine en rencontre-t-on quelques-uns aux environs de Leipsick, et il n'y en a plus auprès de Weymar et d'Erfurt. Leur dépôt présente en outre un caractère bien remarquable, c'est que la ligne qu'il forme est interrompue par quelques grandes lacunes absolument dépourvues de blocs, et que ces lacunes existent précisément dans les contrées qui sont abritées du nord par les montagnes du bas Harz. *C'est donc dans les pays au nord, dans la presqu'île scandinave, qu'il faut chercher leur origine;* et en effet, la roche la plus commune parmi ces blocs, ce granite feuilleté, ce gneiss, que l'on vient d'indiquer, sont précisément les roches dominantes en Suède et en Norwège.

Ce qui confirme ce rapprochement, c'est que si on cherche les limites de ce grand dépôt, on reconnaît qu'elles forment un vaste demi-cercle à l'entour des promontoires extrêmes des presqu'îles du Nord. Elles embrassent la partie orientale de l'Angleterre, passent au-dessous d'Anvers, et presque jusqu'à Bruxelles; de là,

elles continuent à l'est, à travers les plaines de Breda, de Groningue et de l'Overyssel, où l'on trouve beaucoup de gros blocs de granite. Elles s'étendent jusqu'à Munster, Minden, Hildesheim, jusqu'au Harz; à Leipsick, dans la haute et basse Lusace, et en partie dans la Pologne prussienne. Plus loin, encore à l'est, dans la Russie, Güldenstadt a trouvé des blocs de granite jusqu'à Torschok, près de la Twerza, au-dessus de Twer; mais ils ne s'étendent pas au sud de Moscow.

L'opinion de M. de Buch est que ces blocs du Nord peuvent avoir été transportés des montagnes scandinaves par-dessus la mer Baltique, comme les blocs des Alpes l'ont été par-dessus les plaines et les lacs de la Suisse; de même qu'on ne trouve point de blocs de granite dans le pays de Vaud; de même les blocs du Nord sont plus abondans à une certaine distance de leur gîte originaire; ainsi on en trouve une bien plus grande quantité dans la Suède méridionale que dans les îles danoises, qui sont plus rapprochées de la grande chaîne scandinave.

Quel que soit le jugement que l'on porte sur l'hypothèse émise par M. de Buch relativement à la dispersion de ces blocs de rochers par une projection violente et unique, postérieurement au creusement des contrées qui les séparent des chaînes primitives dont ils proviennent, il est impossible de ne pas reconnaître que son Mémoire réunit, avec bien plus de détail et de clarté qu'on ne l'a fait jusqu'ici, tous les faits relatifs à ce grand phénomène; qu'il en a ajouté plusieurs extrêmement importans; et les géologues qui ont observé les Alpes admireront la sagacité avec laquelle il est parvenu à déterminer avec

exactitude le gîte originaire de ces blocs, surtout de ceux qui composent le dépôt opposé au Rhône et au Valais.

---

## De l'Influence *des métaux sur la production du Potassium à l'aide du charbon.*

Par M. Vauquelin.

On a découvert dernièrement, dans le département de l'Allier, une mine d'antimoine dont M. le Sous-Préfet m'a envoyé des échantillons, en me priant d'en faire l'analyse.

C'est en m'occupant de ce travail que j'ai eu occasion de faire les observations dont je vais faire part à l'Académie.

Après avoir grillé une certaine quantité de cette mine, je la mêlai avec du tartre, et fis fondre le mélange pour avoir le métal.

Celui-ci avait une couleur blanche-grise, sans éclat, et une texture grenue.

En mettant ce métal dans l'eau pour le débarrasser des scories alcalines qui pouvaient y adhérer, nous avons observé qu'il se produisait sur toute sa surface un développement rapide de gaz sous la forme de bulles extrêmement fines.

Desirant savoir quelle était la nature de ce gaz, nous avons recouvert le morceau d'antimoine d'une cloche remplie d'eau : lorsque nous en avons eu une quantité suffisante, il a été soumis aux expériences suivantes :

1°. Mis en contact avec un corps en ignition, il s'est enflammé et a brûlé avec une flamme rougeâtre.

Le produit de la combustion n'a nullement troublé l'eau de chaux.

2°. Contenu dans une cloche renversée, ce gaz ne s'échappe point, tandis qu'il s'échappe promptement quand la cloche a l'ouverture en haut; par conséquent il est plus léger que l'air atmosphérique, et doit être regardé comme du gaz hydrogène très-pur.

2 grammes de cet antimoine dépouillé des scories, ont été introduits rapidement dans une cloche graduée et remplie d'eau; lorsque l'effervescence eut cessé, il y avait 30 centimètres cubes de gaz : l'eau avait acquis une forte alcalinité.

Dans une autre expérience où nous avons employé 3 grammes $\frac{1}{10}$ du même métal, il s'est produit 47 centimètres de gaz; ce qui est dans un rapport assez exact. Ce gaz a présenté les mêmes propriétés que le premier.

2 grammes d'antimoine ainsi fondu, exposés à l'air libre sous un entonnoir, ont présenté, au bout de quelque temps, à leur surface, une sorte d'humidité de laquelle on voyait se dégager une infinité de bulles de gaz. Au bout de dix-huit heures, ce phénomène ayant cessé, on a jeté le métal dans l'eau; mais il n'a plus produit de gaz.

Pour savoir si cette propriété pourrait se conserver pendant quelque temps dans l'antimoine, on en a plongé un morceau dans du naphte; et en effet, au bout de vingt-quatre heures, le métal retiré, essuyé sur du papier joseph et plongé dans l'eau, a produit le même effet qu'auparavant.

Embarrassé sur la cause de ce phénomène, et craignant qu'il ne dépendît d'une nature particulière de la

mine d'antimoine, je fis fondre avec du tartre une certaine quantité de ce métal pris dans le commerce, et j'obtins un résultat tout semblable à celui dont j'ai parlé, c'est-à-dire, que l'antimoine avait pris une couleur grise et acquis la propriété de produire du gaz hydrogène avec l'eau. C'est donc un effet indépendant de la nature de l'antimoine.

Voulant savoir si d'autres métaux pourraient aussi acquérir la faculté de produire des effets semblables, nous avons fait fondre une certaine quantité de bismuth avec partie égale de tartre, et, après l'avoir dépouillé de la scorie, on l'a plongé dans l'eau : aussitôt il a fait une effervescence, et a dégagé du gaz hydrogène très-pur.

De l'oxide de plomb réduit avec du tartre a donné un culot d'une couleur grise, d'une structure fibreuse et cassante ; la langue appliquée sur une cassure fraîche de ce métal a perçu une saveur très-alcaline, et un morceau de papier de tournesol rougi par un acide et appliqué humide sur cette même cassure a été rappelé à l'instant à sa couleur naturelle. Cependant, mis avec l'eau, il n'a pas donné de gaz hydrogène.

Il s'agirait maintenant de remonter à la cause de ce phénomène remarquable ; mais les causes sont souvent difficiles à connaître ; cependant, en considérant la nature des matières mises en action dans notre expérience, l'on pourrait raisonnablement supposer que les effets observés sont dus à la présence du potassium dans l'antimoine et les autres métaux fondus avec le tartre : en effet, le gaz hydrogène qui se développe avec tant de rapidité à une si basse température, et l'alcalinité que prend l'eau, nous paraissent ne pouvoir appartenir qu'à

l'action du potassium sur l'eau. La production de cette substance, éminemment combustible, est sans doute favorisée par la présence des métaux ; car, à cette température, le charbon seul ne décomposerait pas la potasse.

En admettant la supposition que nous venons de faire, l'on trouve, par le volume du gaz hydrogène développé par 2 grammes d'antimoine plongé dans l'eau, que ce métal contient environ 2 grains, ou un décigramme de potassium, ou environ $\frac{1}{20}$ de l'antimoine.

Pour vérifier cette théorie, nous avons fait fondre, dans un tube de verre fermé par un bout, un gramme d'antimoine pur et un décigramme de potassium ; on en a obtenu un alliage semblable à celui fait avec la mine d'antimoine grillée et fondue avec le tartre : ce qui fut mis dans l'eau a produit du gaz hydrogène très-pur. Le zinc et le plomb fondus avec un dixième de potassium acquièrent de nouvelles propriétés physiques, telles que de la dureté et de la fragilité ; mais ils ne décomposent pas l'eau.

En serait-il de même des autres métaux ductiles, et cette faculté serait-elle réservée aux métaux cassans ? Des recherches nouvelles nous l'apprendront.

### *Conclusion.*

D'après ces expériences, il est vraisemblable que beaucoup d'autres métaux que l'on réduit avec des fondans alcalins contiennent aussi des quantités plus ou moins grandes de potassium, qui en modifie les propriétés, et qui se dissipe lorsqu'on les affine avec le contact de l'air.

C'est un objet qui mérite de fixer l'attention des chimistes.

## APPENDICE *à l'Essai sur les composés d'azote et d'oxigène.*

Par JOHN DALTON.

( *Annals of Philosophy.* X. 38. ( Extrait. )

I. *Expériences sur la combinaison du gaz nitreux avec l'oxigène, pour déterminer son* maximum *et son* minimum.

TOUT observateur attentif a dû remarquer avec surprise les proportions variables dans lesquelles l'oxigène et le gaz nitreux se combinent. La manière dont les deux gaz sont mêlés, les dimensions du tube où on fait le mélange, leur quantité et leur proportion, la durée de l'expérience, et plusieurs autres circonstances, ont une telle influence que quelquefois deux expériences, faites exactement de la même manière, donnent des résultats très-différens. Comme personne, que je sache, n'a cherché à rendre raison de ces irrégularités surprenantes, je vais exposer l'explication que j'en donne, et qui me paraît très-satisfaisante.

M. Gay-Lussac a observé, dans son dernier essai (*Ann. de Chim. et de Phys.* I. 394.), que, pour expliquer toutes les variations qu'offrent le gaz nitreux et le gaz oxigène lorsqu'on les mêle, il ne faut pas admettre moins de trois combinaisons différentes entre ces deux gaz. Maintenant, quoiqu'il puisse y avoir un composé intermédiaire entre les deux extrêmes, comme toutes les variations dans les proportions peuvent être expliquées

par la formation de l'acide nitrique et de l'acide sous-nitreux, on ne doit point admettre l'existence d'un acide intermédiaire sans démonstration. J'éviterai donc de faire usage de la vapeur nitreuse dans mon explication des phénomènes, au moins comme étant produite sur l'eau.

Toutes les expériences semblent démontrer que la présence de l'eau favorise la formation de l'acide sous-nitreux, et que son absence est favorable à celle de l'acide nitrique. De là, la nécessité d'un tube étroit lorsque le dernier doit se former : avec un tel tube, la surface de l'eau est très-petite, et le point de jonction des deux gaz s'en trouve éloigné. Mais il y a une autre condition à remplir pour obtenir de l'acide nitrique; il faut que le gaz nitreux soit mis le premier dans le tube; car, dans ce cas, l'acide formé s'empare de l'eau qui couvre les parois du tube, coule graduellement en bas, et se trouve exposé à l'action de l'oxigène dont il se sature. On doit aussi prendre soin que l'oxigène soit en grand excès, car autrement l'acide formé atteindrait la surface de l'eau avant d'être saturé. Pour une raison semblable, lorsque l'on veut former de l'acide sous-nitreux, il faut que l'oxigène soit mis le premier dans le tube et que le gaz nitreux soit en grand excès.

Lorsqu'un excès de gaz nitreux est ajouté à l'oxigène dans un large vaisseau, et que les deux gaz forment une couche d'environ un quart de pouce d'épaisseur, c'est principalement de l'acide sous-nitreux qui se forme, dû, à ce qu'il me paraît, à la prompte combinaison de l'eau avec le nouvel acide formé. Cependant cette circonstance est contraire en cela, que l'eau soustrait l'acide

nitrique formé à l'action du gaz nitreux, avant qu'il ait eu le temps de s'en saturer. Ce n'est aussi que rarement que, par ce moyen, l'on trouve plus de trois parties en volume de gaz nitreux, combinées avec une d'oxigène. Dans quelques expériences récentes, j'ai obtenu de l'acide sous-nitreux plus complètement en employant un tube étroit dans lequel on met l'oxigène en haut et le gaz nitreux en bas; mais ce procédé exige un temps considérable avant que l'expérience soit terminée, comme on le verra plus bas.

Dans tous les mélanges de gaz nitreux et d'oxigène dans des tubes étroits, et particulièrement lorsqu'un excès de gaz nitreux est ajouté à l'oxigène, il y a deux périodes de combinaison; une rapide et une lente. La période rapide dure ordinairement environ une minute, après laquelle tout mouvement visible cesse, et la période lente commence : celle-ci dure communément un jour entier. Si la diminution dans la première période est représentée par quatre, elle le sera quelquefois dans la seconde par trois. Cette diminution successive a été observée par le D[r] Priestley, et sans doute par d'autres; mais on n'en a assigné aucune cause que je sache. J'ai trouvé que la période rapide cesse aussitôt que l'un des deux gaz est épuisé, mais jamais avant. Ainsi, si l'on ajoute une grande proportion de gaz nitreux à une petite d'oxigène, et qu'une minute après, ou aussitôt que le mouvement de l'eau a cessé en apparence, on transvase le résidu gazeux, on n'y trouvera point d'oxigène, et on n'y observera plus aucune diminution; tandis que si on l'eût laissé dans le tube primitif pendant vingt-quatre heures, la diminution de volume eût été presque doublée. Il est

par conséquent très-probable que les deux gaz, au moment de leur combinaison, forment de l'acide nitrique; mais cet acide, combiné avec l'humidité de l'intérieur du tube, étant en contact avec le gaz nitreux restant, l'absorbe peu à peu et forme de l'acide nitreux. De même, en changeant les circonstances, l'acide sous-nitreux se convertit lentement en acide nitrique; mais, dans ce cas, le temps et la quantité de la diminution sont beaucoup moindres.

En faisant des expériences avec le gaz nitreux sur l'eau, on ne doit pas négliger la perte qu'il éprouve pendant son séjour sur ce liquide, ou pendant son transvasement. Je trouve que, dans mes eudiomètres, qui ont six à huit pouces de longueur et $\frac{3}{10}$ de diamètre, 100 mesures de gaz, contenant la moitié de gaz nitreux, perdent de deux à trois mesures par un séjour sur l'eau de vingt-quatre heures. La même quantité de gaz nitreux pur perd un ou deux pour cent à chaque fois qu'on la transvase sur l'eau. Il est évident, d'après ces remarques, que l'on doit éviter d'agiter violemment sur l'eau les mélanges gazeux où entre le gaz nitreux, parce que les résultats seraient erronés.

Pour obtenir la combinaison avec un *minimum* de gaz nitreux, on doit mettre dans un tube étroit une petite portion de gaz nitreux pur, ou, ce qui est encore mieux pour mon expérience, un mélange de gaz nitreux et d'azote : à ce mélange on ajoute une grande proportion d'oxigène, et on laisse le tout dans le tube au moins pendant demi-heure.

Je vais maintenant faire un choix de mes expériences pour éclaircir ce que je viens d'avancer. Les résultats de

ces expériences ne diffèrent pas matériellement de beaucoup d'autres que je pourrais rapporter ; mais il suffit d'en citer un petit nombre de chaque classe.

54 mesures de gaz nitreux, à 97 pour 100 de pureté, auxquelles on ajoute 96 d'oxigène contenant 43 ou 44 d'oxigène réel, sont réduites à 70 au bout de trois minutes, et à 60 au bout d'une heure et demie ; d'où il résulte que :

100 parties d'oxigène se sont combinées avec 140 de gaz nitreux.

En renversant les proportions et ajoutant le gaz nitreux à l'oxigène, on trouve, au bout d'une demi-heure, que :

100 parties d'oxigène se sont combinées avec 155 de gaz nitreux.

26 parties de gaz nitreux, à 93 pour 100 de pureté, et 100 parties d'air commun, ont été réduites à 104 en deux minutes, et à 85 après quinze et vingt-cinq minutes : cela donne 100 d'oxigène pour 144 de gaz nitreux.

Avec des proportions contraires, et l'air étant mis le premier dans le tube :

100 parties d'oxigène se sont combinées avec 169 de gaz nitreux.

16 parties de gaz nitreux, à 97 pour 100 de pureté, auxquelles on ajoute 125 d'oxigène, à 60 pour 100 de pureté, sont réduites à 113 en trente-sept minutes. Il en résulte que :

100 parties d'oxigène ont absorbé 124 de gaz nitreux.

Avec 25 parties du même gaz nitreux et 113 d'oxigène, il reste 96 au bout de sept minutes. Il en résulte que :

100 parties d'oxigène ont absorbé 136 de gaz nitreux.

Avec 41 de gaz nitreux et 99 d'oxigène, il est resté 119 au bout de seize minutes. Il en résulte que :

100 d'oxigène ont pris 121 de gaz nitreux.

Avec 59 de gaz nitreux et 119 d'oxigène, il est resté 148 après plusieurs heures. Il en résulte que :

100 d'oxigène ont absorbé 122 de gaz nitreux.

On voit par ces expériences que, toutes choses égales d'ailleurs, le gaz qui occupe la partie inférieure du tube est absorbé en plus grande quantité que lorsqu'il occupe la partie supérieure. Les quatre dernières donnent le *minimum* de gaz nitreux absorbé, et elles le placent au-dessous de la proportion ordinaire; mais quoique la quantité d'acide sous-nitreux soit ici considérablement diminuée, je ne vois pas de raison suffisante pourquoi elle serait entièrement anéantie. Je présume qu'aucun mélange de ce genre ne peut atteindre le *minimum* ou le *maximum* absolu de gaz nitreux, quoique l'on puisse approcher de très-près de ces deux extrêmes.

En employant 35 parties de gaz oxigène de 72 pour 100 de pureté, et lui ajoutant 140 parties de gaz nitreux à 97 pour 100 de pureté, il reste 110 au bout d'une minute, et 61 au bout de trente heures. D'après cela,

100 d'oxigène ont absorbé 356 de gaz nitreux.

Dans cette expérience, nous avons à-peu-près produit le *maximum* dans le même tube que le *minimum*; avec cette différence qu'au lieu d'une heure, il en faut vingt-quatre pour produire l'effet total. Si l'on eût transvasé les gaz au bout d'une ou de deux minutes, il n'y aurait plus eu de diminution, et par conséquent on n'aurait pas trouvé d'oxigène dans le résidu. Il paraît qu'il se

forme d'abord un peu d'acide nitrique, et qu'il se condense par l'humidité qui couvre les parois du tube; mais étant en très-petite quantité, il ne coule que très-lentement le long de la surface du tube, et n'atteint la surface de l'eau qu'après avoir été exposé assez de temps à l'action du gaz nitreux pour en être entièrement saturé.

Si l'on voulait obtenir le *maximum* d'absorption du gaz nitreux, on y parviendrait promptement par la méthode que j'ai annoncée dans un Mémoire *sur l'Absorption des gaz par l'eau*, lu en 1803. Il suffirait d'imprégner l'eau d'une quantité donnée de gaz oxigène, et de la saturer ensuite de gaz nitreux. J'avais établi alors que 100 parties de gaz oxigène en saturent 350 de gaz nitreux; mais depuis, au lieu de ce dernier nombre, j'ai adopté 360. Il est très-remarquable que l'on ne puisse point former d'acide nitrique par ce moyen; car si l'on emploie moins de 360 de gaz nitreux, une portion de l'oxigène se dégage de l'eau, et on le retrouve dans le résidu.

## II. *Expériences sur le Mercure.*

Le mercure et le tube dans lequel on a fait le mélange ont été bien desséchés avec du papier à filtrer, et l'on a varié les proportions des gaz qui étaient plus ou moins mêlés avec de l'azote. Lorsque l'oxigène est en grand excès, 100 parties paraissent absorber de 120 à 130 de gaz nitreux; mais lorsque c'est ce dernier qui est en excès, 100 d'oxigène en absorbent environ 180 (1).

---

(1) Nous ne donnons point le détail de ces expériences de M. Dalton parce qu'elles s'accordent très-mal, et qu'elles

III. *Expériences sur le Mercure avec les alcalis caustiques.*

M. Gay-Lussac ayant récemment établi que les mélanges de gaz nitreux et d'oxigène sur le mercure, auxquels on ajoute de la potasse caustique, donnent constamment les mêmes proportions, savoir : une mesure d'oxigène et quatre de gaz nitreux, j'ai voulu savoir si je réussirais à obtenir les mêmes résultats dans les mêmes circonstances; j'ai fait en conséquence les expériences suivantes :

A 133 mesures de gaz nitreux contenant 4 d'azote et 29 de gaz nitreux réel, ajoutez 32 mesures de soude caustique de 1,11 (pes. sp.) : il n'y aura aucune diminution en deux heures ;

Ajoutez 16 d'oxigène contenant 11,5 d'oxigène réel et 4,5 d'azote : en peu de minutes, comme au bout de plus d'une heure, vous aurez pour résidu 102 ;

Ajoutez encore 16 du même oxigène : après quelques minutes il restera 76, et, après deux jours, 75. On conclut de là que 100 d'oxigène se combinent avec 291 de gaz nitreux.

Dans une autre expérience dans laquelle on a employé une dissolution de 1,45 (pes. sp.) qui n'a produit aucun changement dans le gaz nitreux pendant douze heures, 100 d'oxigène ont absorbé 255 de gaz nitreux.

---

paraissent peu propres à éclairer sur les proportions de l'acide nitrique. Les nombres ci-dessus, que nous avons cités d'après M. Dalton, ne sont point la moyenne des résultats qu'il a obtenus. R.

Il est évident que ces expériences sont loin de s'accorder avec celles de M. Gay-Lussac; et comme il n'a pas donné le détail des siennes, je ne puis assigner la cause de cette différence. Mon objet, en soumettant d'abord le gaz nitreux à l'action des alcalis, était de montrer qu'ils n'agissent pas sur ce gaz seul, et j'avais quelque raison pour cela. Dans mes premières expériences, j'avais en effet obtenu une beaucoup plus grande absorption de gaz nitreux; mais, après examen, je reconnus que ma potasse contenait un peu d'hydrogène sulfuré qui convertissait une portion du gaz nitreux en protoxide, et, de cette manière, produisait une diminution de volume. J'en eus la preuve en mettant du gaz nitreux seul avec de la potasse : il fut réduit graduellement en volume, comme s'il y avait eu de l'oxigène; mais lorsque le gaz fut examiné, il diminua rapidement en le faisant passer un petit nombre de fois à travers l'eau, et laissa un résidu de gaz nitreux.

*(La suite au prochain Cahier.)*

---

## ANALYSE *comparative des Carbonates vert et bleu de cuivre.*

PAR RICHARD PHILLIPS.

J'AVAIS commencé, il y a quelque temps, l'analyse des carbonates de cuivre, persuadé que le carbonate bleu n'avait pas été examiné depuis que Pelletier en avait publié l'analyse dans le 13<sup>me</sup> volume des *Annales de*

*Chimie;* mais j'ai ensuite appris que Klaproth et Vauquelin avaient analysé le carbonate vert et le carbonate bleu.

Le carbonate vert est composé,

| | D'après Klaproth. | D'après Vauquelin. |
|---|---|---|
| De cuivre. . . . . . . | 58,0 . . . . . . . | 56,1 ; |
| oxigène. . . . . . | 12,5 . . . . . . . | 14,0 ; |
| acide carbonique. | 18,0. . . . . . . | 21,25 ; |
| eau . . . . . . . . . | 11,5. . . . . . . . | 8,65. |
| | 100,0. | 100,00 (1). |

Pour analyser ce sel, je l'ai calciné au rouge dans un creuset de platine : le résidu était de l'oxide brun de cuivre. Une autre portion du même sel, dissoute dans l'acide nitrique, a donné de l'acide carbonique, dont le poids n'était pas égal à la perte éprouvée par la calcination : la différence a été attribuée à l'eau. D'après cette analyse, le carbonate vert de cuivre est composé de :

| | |
|---|---|
| Peroxide de cuivre, | 72,2 ; |
| Acide carbonique, | 18,5 ; |
| Eau, | 9,3. |
| | 100,0. |

En supposant ce carbonate formé d'une proportion ou atome d'oxide, d'une d'acide et d'une d'eau, on trouve :

(1) *Ann. de Chim.* Vol. LXXXVII, p. 5.

| | |
|---|---|
| Peroxide de cuivre, | 72,01; |
| Acide carbonique, | 19,82; |
| Eau, | 8,17. |
| | 100,00. |

Le carbonate bleu de cuivre est composé,

| | D'après Klaproth. | D'après Vauquelin. |
|---|---|---|
| De cuivre. . . . . . . | 56,0 . . . . . . | 56,0; |
| oxigène. . . . . . | 14,0 . . . . . . | 12,5; |
| acide carbonique. | 24,0 . . . . . . | 25,0; |
| eau. . . . . . . . . | 6,0 . . . . . . | 6,5. |
| | 100,0. | 100,0. |

En opérant sur ce sel comme sur le précédent, j'ai obtenu les résultats suivans :

| | |
|---|---|
| Peroxide de cuivre, | 69,08; |
| Acide carbonique, | 25,46; |
| Eau, | 5,46. |
| | 100,00. |

Ces résultats s'accordent parfaitement avec la supposition que le carbonate bleu est formé de 3 proportions de peroxide, 4 d'acide carbonique et 2 d'eau.

Le D[r] Thomson a donné (*Chemistry*. III. 464.) l'analyse d'un carbonate anhydre renfermant une proportion d'oxide et une proportion d'acide. Ainsi, il existe trois carbonates natifs :

| | Peroxide de cuiv. | Acide carbon. | Eau. |
|---|---|---|---|
| Carbonate vert, | 1 prop. | 1 prop. | 1 prop. |
| Carbonate bleu, | 3 | 4 | 2; |
| Carbonate anhydre, | 1 | 1. | |

Ayant ainsi déterminé la nature des carbonates naturels de cuivre, j'ai cherché à savoir si les carbonates artificiels présenteraient la même composition ; et dans le cas où ils ne la présenteraient pas, à quoi serait due leur différence.

D'après l'analyse de Pelletier, la seule que je connaisse (*Ann. de Chim.* Vol. XIII.), les cendres bleues (*blue verditer*) sont composées de :

| | |
|---|---|
| Cuivre, | 50,0 ; |
| Oxigène, | 9,7 ; |
| Acide carbonique, | 30,0 ; |
| Chaux, | 7,0 ; |
| Eau, | 3,3. |
| | 100,0. |

Cette analyse n'est point exacte, en ce que l'oxigène n'est point en quantité suffisante par rapport au cuivre ; et de plus, la présence de la chaux indique clairement que Pelletier a analysé des cendres bleues de mauvaise qualité ; car lorsqu'elles sont pures la chaux y manque entièrement.

Les cendres bleues que j'ai analysées sont composées de :

| | |
|---|---|
| Peroxide de cuivre, | 67,6 ; |
| Acide carbonique, | 24,1 ; |
| Eau, | 5,9 ; |
| Impuretés et humidité, | 2,4. |
| | 100,0. |

En comparant cette analyse à celle du carbonate bleu naturel, on voit qu'elles s'accordent, à de très-légères

différences près, et que par conséquent les cendres bleues ressemblent au carbonate bleu naturel, tant par la nature que par la proportion de leurs principes constituans.

Suivant Proust (*Annales de Chimie.* Vol. XXXII), 100 parties de cuivre, dissoutes dans l'acide nitrique et précipitées ensuite par un carbonate alcalin, donnent, après la dessiccation, 181 parties, composées de 125 de peroxide de cuivre, 46 d'acide carbonique et 10 d'eau. Ces résultats coïncident avec ceux fournis par le carbonate bleu naturel ou artificiel; mais la couleur du précipité n'est pas aussi belle que celle des cendres bleues.

La préparation des cendres bleues est tenue aussi secrète que possible; et quoique j'aie quelque raison de croire que le carbonate de chaux entre dans le procédé, je serais entièrement embarrassé d'expliquer comment, par son action, il peut communiquer à l'oxide de cuivre la couleur bleue, ou même son acide carbonique.

Je termine en rappelant à l'attention des chimistes le cuivre fulminant, qu'on trouve décrit dans la *Chimie* de Newman. « Le mélange du nitrate de cuivre avec l'am-
» moniaque donne des cristaux de couleur de saphir,
» solubles dans l'esprit-de-vin. Si, au lieu de faire cris-
» talliser la liqueur, on l'évapore à siccité, le résidu fait
» explosion à une chaleur modérée, comme l'or fulmi-
» nant. » (*The Journ. of Science, etc.* IV. 273.)

---

# Observations *sur les Températures de l'Océan et de l'atmosphère, et sur la Densité de l'eau de mer, faites durant un voyage à Ceylan.*

Par John Davy, Docteur en Médecine.

La lettre à sir H. Davy, dont nous présentons ici la traduction, a été imprimée dans la seconde partie des *Transactions philosophiques* pour 1817.

« Mon cher Frère,

» Conformément à la promesse contenue dans ma lettre précédente, je vous transmettrai une relation abrégée des observations que j'ai faites durant mon dernier voyage d'Angleterre à Ceylan. Aujourd'hui je me bornerai principalement à trois choses, qui sont la pesanteur spécifique de l'eau de l'Océan, sa température et celle de l'atmosphère; voilà des sujets de quelque importance pour l'histoire naturelle de notre globe, et auxquels, je le sais, vous vous intéressez. Je ne noterai que par occasion la hauteur du baromètre (1), la direction des vents et l'état du ciel. Pour abréger, je présenterai les principaux résultats de mes observations dans des tableaux auxquels je joindrai des notes explicatives et quelques remarques générales.

(1) Nous avons supprimé la colonne du baromètre parce que les hauteurs n'y sont exprimées qu'en *dixièmes* de pouce et sans aucune indication de l'heure de l'observation. Il paraît, au reste, que durant la traversée cet instrument a baissé jusqu'à $29^{p} = 0^{m},737$, et est monté à $31^{p} = 0^{m},787$.

*Observations sur la température de l'Océan et de l'atmosphère, etc.*

| DATES. | LATITUDE observée. | LONGITUDE par le Chronomètre. | GRAVITÉ SPÉCIFIQUE de l'eau à 26°,7 centig. | MAXIMUM de tempér. de l'air en 24 heures. | MINIMUM. | MOYENNES. | MAXIMUM de tempér. de la mer en 24 heures. | MINIMUM. | MOYENNES. | VENTS. | CIRCONSTANCES ATMOSPHÉRIQUES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1816 | nord. | ouest. | | | | | | | | | |
| Févr. 12 | 49°. 1′ | 6°.50′ | ..... | ... | .... | 4°,4 | ... | ... | 8°,9 | Sud. | Temps clair. |
| 14 | 48.28 | 10.20 | 10251 | 10,6 | 9,4 | 10,0 | ... | ... | 10,6 | Sud-ouest. | Nuageux. |
| 15 | 47.53 | 10.28 | 10264 | 11,1 | 10,0 | 10,4 | ... | ... | 11,1 | O. N. O. | |
| 16 | 46.28 | 13.50 | 10256 | 10,2 | 9,4 | 10,0 | ... | ... | 11,1 | N. | |
| 17 | 44.32 | 14.10 | ..... | 10,0 | 9,4 | 9 8 | ... | ... | 11,1 | N. E. | |
| 18 | 42 54 | 15.47 | 10256 | 11,7 | 10,6 | 11,1 | ... | ... | 11,7 | E. N. E. | |
| 19 | 40 48 | 16.34 | 10256 | 11,7 | 11,1 | 11,3 | ... | ... | 11,7 | S. E. | |
| 20 | 40.21 | ..... | ..... | 13,3 | 11,7 | 12,4 | ... | ... | 12,8 | Calme. | Clair. |
| 21 | 40.12 | ..... | ..... | 14,4 | 13,3 | 13,6 | ... | ... | 13,3 | S. S. O. | Nuageux, mer grosse. |
| 24 | 39.24 | ..... | ..... | 13,9 | 12,8 | 13,3 | ... | ... | 14,4 | N. E. | Clair, vent modéré. |
| 25 | 37. 5 | 21.35 | 10256 | 15,0 | 14,4 | 14,7 | ... | ... | 15,0 | E. S. E. | |
| 26 | 34.54 | 22. 5 | 10270 | 15,6 | 15,0 | 15,5 | ... | ... | 15,6 | S. E. | |
| 27 | 33.14 | 21.59 | 10264 | 16,1 | 15,6 | 15,6 | ... | ... | 17,2 | | |
| 28 | 31.58 | 22.24 | 10260 | 16,1 | 15,6 | 15,6 | ... | ... | 17,2 | | |
| 29 | 30.41 | 22.23 | ..... | 16,1 | 14,4 | 15,3 | ... | ... | 17,8 | | |
| Mars 1 | 28.25 | 23. 5 | 10260 | 17,8 | 16,1 | 17,2 | ... | ... | 18,7 | E. S. E. | |
| 2 | 26.36 | 23.15 | 10273 | 18,0 | 17,2 | 17,6 | ... | ... | 18,9 | E. S. E. | |
| 3 | 23.30 | 23. 6 | ..... | 18,3 | 17,5 | 18,1 | 20°,0 | 18°,9 | 9,4 | ....... | Nébuleux. |
| 4 | 21.32 | 22.36 | ..... | 19,2 | 18,3 | 18,8 | 20,0 | 19,4 | 19,7 | ....... | Nuageux. |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 13. 4 | 21.20 | 10276 | 20,4 | 19,4 | 18,1 | ... | ... | 21,7 | | |
| 8 | 12.56 | 20.20 | 10275 | 20,8 | 20,3 | 20,5 | ... | ... | 21,9 | E. S. E. | |
| 9 | 11. 8 | 19. 0 | ..... | 22,8 | 21,9 | 22,4 | ... | ... | 23,7 | E. S. E. | |
| 10 | 9 42 | 19.20 | 10276 | 24,4 | 22,8 | 23,5 | ... | ... | 24,4 | S. S. E. | |
| 11 | 8.23 | 19.16 | 10277 | 24,4 | 22,1 | 23,3 | ... | ... | 25,0 | Variable. | |
| 12 | 6.57 | 19 10 | 10277 | 26,4 | 25,0 | 25,2 | 26,2 | 25,3 | 25,9 | N. O. | |
| 13 | 5.50 | 18.41 | ..... | 26,7 | 25,1 | 25,9 | 27,1 | 26,4 | 26,9 | | |
| 14 | 5. 4 | 18.50 | ..... | 26,4 | 23,3 | 24,4 | 26,9 | 25,8 | 26,7 | Nord. | |
| 15 | 4. 9 | 19.15 | 10277 | 26,7 | 25,8 | 26,1 | 27,5 | 26,7 | 27,0 | S. E. | |
| 16 | 4. 2 | 18.44 | 10275 | 27,8 | 25,8 | 26,4 | 28,6 | 26,7 | 27,7 | E. S. E. | Tonnerre et pluie par momens. |
| 17 | 4. 0 | 18.30 | 10270 | 26,7 | 23,3 | 25,0 | 27,2 | 26,9 | 26,9 | | |
| 18 | 2.58 | 18.44 | 10270 | 25,4 | 24,7 | 25,2 | 26,5 | 26,4 | 26,4 | S. E. | |
| 19 | 2.27 | 19. 2 | ..... | 26,7 | 25,0 | 25,9 | 26,5 | 26,1 | 26,4 | S. S. E. | Beau. |
| 20 | 1.20 | 21 10 | 10264 | 26,7 | 25,6 | 26,1 | 26,1 | 26,1 | 26,1 | E. S. E. | |
| 21 | 0.12 sud | 21.50 | 10264 | 26,4 | 25,6 | 26,0 | 26,0 | 25,6 | 25,8 | E. S. E. | |
| 22 | 1.28 | 22.20 | 10264 | 26,4 | 25,6 | 26,1 | 26,4 | 25,8 | 26,2 | S. S. E. | |
| 23 | 2.29 | 23. 5 | ..... | 26,5 | 26.0 | 26,1 | 26,4 | 26,1 | 26,2 | S. S. E. | |
| 24 | 4.13 | 23.15 | ..... | 26,9 | 25,8 | 26,5 | 26,7 | 26,1 | 26,5 | S. E. | |
| 25 | 6.27 | 24.13 | ..... | 26.9 | 26,1 | 26,4 | 26,9 | 26,5 | 26,7 | | |
| 26 | 8 46 | 24.21 | ..... | 26,9 | 26,1 | 26,3 | 26,7 | 26,1 | 26,5 | E. S. E. | |
| 27 | 10.30 | 24.25 | 10263 | 26,7 | 26,1 | 26,3 | 26,7 | 26,5 | 26,5 | | |
| 28 | 12.12 | 24.50 | ..... | 26,3 | 25,6 | 25,6 | 26,8 | 26,4 | 26,7 | E. S. E. | Quelques averses. |
| 29 | 13.45 | 25. 7 | ..... | 26,9 | 25,0 | 26,1 | 26,9 | 26,7 | 26,8 | E. S. E. | |
| 30 | 15.35 | 26. 0 | ..... | 27,2 | 25,6 | 26,1 | 27,1 | 26,7 | 26,9 | E. S. E. | |
| 31 | 17.42 | 27. 0 | ..... | 26,8 | 25,1 | 26,1 | 27,1 | 25,3 | 26,7 | E. | |
| Avril 1 | 19.47 | 27.23 | ..... | 27,2 | 25,6 | 26,3 | 27,2 | 26,4 | 26,7 | S. E. | Très-beau. |
| 2 | 21. 3 | 27.27 | ..... | 26,7 | 25,3 | 25,8 | 27,1 | 25,8 | 26,7 | | |
| 3 | 22.36 | 26.30 | 10264 | 26,7 | 25,3 | 25,4 | 26,8 | 26,1 | 26,5 | E. N. E. | |

| DATES. | LATITUDE observée. | LONGITUDE par le Chronomètre. | GRAVITÉ SPÉCIFIQUE de l'eau à 26°.7 centig. | MAXIMUM de tempér. de l'air en 24 heures. | MINIMUM. | MOYENNES. | MAXIMUM. de temper. de la mer en 24 heures. | MINIMUM. | MOYENNES. | VENTS. | CIRCONSTANCES ATMOSPHÉRIQUES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | sud. | ouest. | | | | | | | | | |
| Avril 4 | 23 44 | 26°.29′ | ..... | 26,7 | 24,4 | 25°,3 | 26°,9 | 26°,1 | 26°,5 | | |
| 5 | 24.22 | 26.27 | ..... | 26.5 | 24,4 | 25,0 | 26,9 | 25,4 | 26,1 | | |
| 6 | 25.22 | 26.33 | ..... | 26,7 | 24,2 | 25,4 | 26,3 | 25,3 | 25,7 | N. N. E. | |
| 7 | 26.30 | 26.29 | ..... | 26,1 | 2,8 | 24,3 | 25,8 | 24,8 | 25,2 | Variable | Pluie et éclairs. |
| 8 | ..... | ..... | ..... | 23,1 | 21,1 | 22,5 | 25,6 | 24,2 | 24,9 | S. S. E. | Orageux, pluie. |
| 9 | ..... | ..... | ..... | 22,8 | 21,1 | 22,0 | 25,0 | 22,2 | 23,3 | E. S. E. | |
| 10 | 27.50 | ..... | ..... | 21,9 | 21,1 | 21,5 | 22,8 | 22,2 | 22,4 | | |
| 11 | ..... | ..... | ..... | 21,7 | 20,0 | 20,8 | 22,5 | 22,1 | 22,2 | | |
| 12 | 29.17 | 25.25 | ..... | 22,8 | 21,1 | 21,9 | 22,2 | 21,1 | 21,7 | E. N. E. | Beau. |
| 13 | 30.16 | 23.10 | ..... | 22,1 | 21,1 | 21,7 | 21,9 | 20,8 | 21,7 | Variable. | Variable. |
| 14 | 30.20 | 23. 5 | ..... | 23,3 | 21,1 | 22,0 | 23,3 | 21,7 | 22,2 | Calme. | |
| 15 | 30.25 | 20. 0 | 10256 | 23,0 | 21,4 | 22,0 | 22,5 | 21,7 | 22,1 | Variable. | Beau. |
| 16 | 31. 6 | 18.55 | ..... | 21,7 | 18,9 | 19,2 | 21,8 | 19,4 | 20,3 | S. S. O. | |
| 17 | 31.48 | 17. 1 | ..... | 19,3 | 17,8 | 18.6 | 20,7 | 18,3 | 20,0 | O. S. O. | |
| 18 | 32 12 | 16. 3 | ..... | 19,9 | 18,9 | 19,8 | 21,1 | 20,0 | 20,6 | N. O. | Très-vaporeux. |
| 19 | 33 29 | 15.17 | ..... | 21,7 | 18,9 | 20,2 | 20,3 | 18,3 | 20,0 | N. N. E. | |
| 20 | 33.58 | 10.46 | ..... | 19,7 | 18,3 | 18,9 | 18,7 | 17,2 | 18,3 | | |
| 21 | 34.29 | 7.56 | ..... | 20,0 | 17,2 | 18,9 | 19,0 | 18,3 | 18,7 | | |
| 22 | 34.26 | 5.30 | ..... | 18,1 | 15,6 | 16,7 | 17.6 | 17,0 | 17,2 | S. O. | Air sec. |
| 23 | 34.25 | 3. 2 | 10253 | 17,8 | 15,6 | 16,7 | 18,3 | 17,6 | 18,1 | O. | Nuageux, un peu de pluie. |
| 24 | 33.25 | 2.50 | ..... | 18,3 | 16,1 | 17,5 | 18,9 | 18,3 | 18,5 | S. O. | Nuageux. |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 27 | 34.14 | 1. 1 | ..... | 16,1 | 15,4 | 15,7 | 18,1 | 17,0 | 17,6 | | |
| | 28 | ..... | ..... | ..... | 17,2 | 15,3 | 16,8 | 18,1 | 16,7 | 17,0 | N. E. | Obscur. |
| | 29 | 35.33 | 2.13 | ..... | 18,1 | 16,1 | 17,0 | 17,8 | 16,7 | 17,2 | N. O. | Nuageux. |
| | 30 | 34.45 | 5.31 | 10251 | 18,6 | 16,9 | 17,6 | 18,1 | 17,0 | 17,4 | | |
| Mai | 1 | 34.36 | 7.13 | ..... | 18,9 | 17,2 | 18,0 | 18,3 | 16,5 | 17,8 | N. O. | Beau. |
| | 2 | 34.32 | ..... | ..... | 17,8 | 16,1 | 18,1 | 19,2 | 17,5 | 18,4 | Variable. | |
| | 3 | 33.26 | 10.11 | ..... | 16,1 | 15,0 | 15,2 | 17,5 | 15,6 | 16,7 | S. S. E. | |
| | 4 | 34.32 | ..... | ..... | 15,6 | 14,4 | 14,7 | 17,2 | 16,1 | 16,6 | ....... | Nuageux. |
| | 5 | 35.22 | 11.23 | ..... | 15,6 | 14,4 | 14,6 | 18,3 | 16,5 | 17,0 | S. S. E. | Beau. |
| | 6 | 34.28 | 12. 7 | ..... | 15,0 | 14,4 | 14,9 | 18,3 | 15,1 | 17,4 | E. | |
| | 7 | 35. 1 | 13.20 | ..... | 16,4 | 14,4 | 15,7 | 17,8 | 15,6 | 16,4 | ....... | Nuageux. |
| | 8 | 34.23 | 14.17 | ..... | 17,2 | 13,2 | 15,7 | 18,1 | 16,1 | 17,2 | Variable. | |
| | 9 | 34. 1 | 15.31 | ..... | 14,4 | 13,6 | 13,9 | 17,5 | 16,7 | 17,2 | S. S. O. | |
| | 10 | 34.24 | 16.45 | ..... | 16,7 | 15,0 | 15,9 | 17,1 | 16,4 | 16,7 | Variable. | |
| | 11 | 34. 1 | 17.51 | 10259 | 15,6 | 13,9 | 14,4 | 16,9 | 13,9 | 15,6 | S. O. | |
| | 12 | ....... | ..... | ..... | 14,4 | 12,2 | 13,3 | 13,9 | 12,8 | 13,6 | ....... | En vue du Cap, la sonde atteint le fond. |
| Juin | 3 | ....... | ..... | 10251 | 13,3 | 10,6 | 12,2 | 12,9 | 11,7 | 12,8 | ....... | La sonde a touché le fond tout le jour. |
| | 4 | ....... | ..... | ..... | 15,6 | 12,8 | 14,7 | 16,7 | 13,9 | 15,7 | S. S. O. | Tout le jour, en vue de terre ; eau verte. |
| | 5 | ....... | ..... | ..... | 16,7 | 15,0 | 15,4 | 18,6 | 14,4 | 17,2 | S. S. O. | On ne voit plus terre; eau bleue. |
| | 6 | 34.15 | ..... | ..... | 16,7 | 15,0 | 15,8 | 17,5 | 17,1 | 17,2 | E. N. E. | Beau. |
| | 7 | 34.55 | 15. 8 | ..... | 17,5 | 15,6 | 16,2 | 17,8 | 16,1 | 17,0 | N. N. E. | |
| | 8 | 35. 1 | 16.42 | ..... | 16,1 | 15,6 | 15,8 | 16,4 | 15,4 | 16,0 | ....... | Nuageux. |
| | 9 | 36. 4 | 19.26 | ..... | 17,8 | 15,3 | 16,4 | 18,9 | 15.8 | 15,7 | N. O. | Orageux. |
| | 10 | 35.57 | 24. | 10253 | 17,1 | 14,4 | 15,1 | 21,9 | 16,1 | 19,4 | Variable. | |

| DATES. | LATITUDE observée. | LONGITUDE par le Chronomètre. | GRAVITÉ SPÉCIFIQUE de l'eau à 26°.7 centig. | MAXIMUM de tempér. de l'air en 24 heures. | MINIMUM. | MOYENNES. | MAXIMUM de temper. de la mer en 24 heures. | MINIMUM. | MOYENNES. | VENTS. | CIRCONSTANCES ATMOSPHÉRIQUES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | sud. | est. | | | | | | | | | |
| Juin 11 | 35°.36′ | 27°.19′ | ..... | 14,7 | 13,9 | 14,2 | 19,7 | 16,1 | 18,3 | S. O. | |
| 12 | 35.50 | 28.30 | ..... | 17,8 | 13,9 | 16,7 | 19,4 | 17,8 | 19,0 | N. O. | |
| 13 | 35.53 | 30.53 | ..... | 17,8 | 16,1 | 17,1 | 18,3 | 17,2 | 17,9 | ....... | Beau. |
| 14 | 35.52 | 33.54 | ..... | 17,4 | 16,7 | 16,9 | 18,3 | 17,5 | 18,0 | Variable. | *Idem.* |
| 15 | 35.31 | 36. | ..... | 18,3 | 15,0 | 16,3 | 18,1 | 17,5 | 17,7 | *Id.* | |
| 16 | 34.23 | 37.56 | ..... | 16,7 | 16,0 | 16,4 | 18,6 | 17,8 | 18,3 | *Id.* | Nuageux. |
| 17 | 34.44 | 40. 7 | ..... | 18,3 | 14,4 | 16,4 | 18,3 | 16,1 | 17,8 | *Id.* | Tonnerre. |
| 18 | 33.48 | 42. 3 | ..... | 15,6 | 14,7 | 15,3 | 18,3 | 16,7 | 17,4 | S. E. | Beau. |
| 19 | 34.48 | 42.24 | ..... | 17,2 | 15,3 | 16,1 | 17,8 | 16,4 | 17,2 | N. E. | Nuageux. |
| 20 | 34.54 | 45.17 | ..... | 17,2 | 16,1 | 16,7 | 17,8 | 16,7 | 17,0 | N. | Pluie et tonnerre. |
| 21 | 35. 7 | 48.40 | ..... | 17,2 | 14,4 | 16,1 | 16,7 | 15,6 | 16,0 | O. N. O. | |
| 22 | 34.34 | 51.35 | ..... | 16,7 | 13,9 | 15,4 | 16,7 | 15,6 | 16,0 | O. | |
| 23 | 33.36 | 55.16 | ..... | 15,6 | 13,9 | 14,8 | 16,8 | 16,1 | 16,4 | S. O. | |
| 24 | 32. 4 | 58.18 | 1.0260 | 15,6 | 14,0 | 14,6 | 16,8 | 16,4 | 16,7 | Variable. | Beau. |
| 25 | 31. 2 | 60. 0 | ..... | 15,0 | 13,6 | 14,0 | 16,7 | 16,0 | 16,2 | N. N. O. | Brumeux. |
| 26 | 30.39 | 60.33 | ..... | 15,0 | 13,9 | 14,0 | 17,2 | 16,1 | 16,5 | Variable. | |
| 27 | 30.48 | 60.36 | ..... | 16,4 | 15,3 | 15,9 | 16,4 | 15,7 | 16,3 | N. E. | |
| 28 | 31.23 | 63.17 | ..... | 17,2 | 16,4 | 16,9 | 17,6 | 16,7 | 16,9 | N. E. | |
| 29 | 31.20 | 64.34 | ..... | 17,5 | 16,7 | 17,2 | 17,6 | 16,1 | 16,9 | | |
| 30 | 30.53 | 65.38 | ..... | 19,4 | 16,9 | 17,2 | 18,6 | 17,5 | 18,1 | Variable. | Beau. |
| Juillet 1 | 30.58 | 65.45 | ..... | 18,0 | 16,4 | 17,5 | 18,3 | 17,3 | 17,5 | S. O. | Un peu de pluie. |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | Variable. | |
| | 5 | 21.45 | 65.25 | 10259 | 20,6 | 19,4 | 20,0 | 22,2 | 21,1 | 21,7 | S. E. | |
| | 6 | 19.53 | 63. 1 | ..... | 21,7 | 20,0 | 20,6 | 23,3 | 22,2 | 22,5 | ....... | Près de Rodriguez. |
| | 7 | 19.44 | 62.50 | ..... | 21,7 | 20,6 | 20,8 | 23,1 | 21,9 | 22,4 | S. O. | A la nuit, en vue de l'Ile de France. |
| | 17 | 19.15 | 57.11 | ..... | 22,6 | 21,7 | 22,0 | 23,6 | 22,2 | 22,8 | S. E. | Beau; hors de vue de terre. |
| | 18 | 18.14 | 57.30 | ..... | 23,3 | 22,2 | 22,4 | 23,3 | 22,5 | 23,7 | E. | |
| | 19 | 17.16 | 57. 3 | ..... | 23,6 | 22,2 | 23,0 | 23,9 | 22,5 | 23,3 | S. E. | |
| | 20 | 15.46 | 58. | ..... | 23,6 | 22,6 | 23,1 | 24,6 | 23,9 | 24,3 | E. S. E. | Averses. |
| | 21 | 14.22 | 58.48 | ..... | 23,9 | 23,6 | 23,7 | 24,7 | 23,9 | 24,4 | E. | |
| | 22 | 12.17 | 59. 3 | ..... | 24,7 | 23,0 | 24,0 | 25,0 | 23,5 | 24,2 | S. E. | Beau. |
| | 23 | 10.12 | 60. | ..... | 25,0 | 23,7 | 24,0 | 25,2 | 23,9 | 24,6 | | |
| | 24 | 7.54 | 60.23 | ..... | 25,2 | 22,2 | 23,6 | 25,2 | 23,9 | 24,3 | | |
| | 25 | 5.42 | 60.50 | ..... | 24,4 | 23,9 | 24,1 | 25,0 | 24,1 | 24,5 | S. E. | Pluie. |
| | 26 | 4. 6 | 61.45 | ..... | 25,6 | 24,4 | 25,0 | 25,7 | 24,3 | 24,7 | | |
| | 27 | 2.40 | 62.51 | ..... | 25,6 | 24,5 | 25,0 | 26,3 | 25,8 | 26,1 | N. E. | Pluie par intervalles. |
| | 28 | 1.40 | 63.35 | 10253 | 26,3 | 25,2 | 25,6 | 27,2 | 25,0 | 26,2 | N. E. | |
| | 29 | 1.14 | 63.30 | ..... | 26,1 | 24,1 | 25,6 | 26,9 | 25,6 | 26,3 | ....... | Pluie la nuit. |
| | 30 | 0.19 | 65.11 | ..... | 25,7 | 25,0 | 25,4 | 27,2 | 26,1 | 26,8 | S. E. | Beau. |
| | 31 | 0.22 nord | 66.36 | ..... | 27,2 | 23,0 | 25,3 | 28,1 | 25,6 | 27,0 | N. O. | Jour calme; nuit pluvieuse. |
| Août | 1 | 0.30 | 67.52 | ..... | 25,4 | 23,9 | 25,0 | 26,9 | 26,4 | 26,7 | S. O. | Beaucoup de pluie. |
| | 2 | 0.26 | 68.58 | ..... | 25,6 | 24,4 | 25,3 | 27,2 | 26,7 | 26,9 | S.E., S. O. | Incertain, un peu de pluie. |
| | 3 | 0.58 | 70. 6 | ..... | 27,2 | 25,8 | 26,6 | 27,5 | 26,7 | 27,1 | S. S. O. | Beau. |
| | 4 | 1.27 | 71.51 | ..... | 26,9 | 26,0 | 26,6 | 27,6 | 26,7 | 27,1 | S. O. | |
| | 5 | 1.17 | 73.53 | ..... | 27,2 | 26,1 | 26,4 | 27,5 | 26,5 | 27,2 | S. | |
| | 6 | 1.37 | 75.36 | ..... | 26,9 | 25,6 | 26,6 | 27,6 | 26,4 | 27,0 | S. O. | |
| | 7 | 2.10 | 76,37 | ..... | 27,8 | 24,4 | 26,0 | 28,6 | 26,7 | 27,6 | O. S. O. | Calme une partie du jour. |

| DATES. | LATITUDE observée. | LONGITUDE par le Chronomètre. | GRAVITÉ SPÉCIFIQUE de l'eau à 26°.7 centig. | MAXIMUM de tempér. de l'air en 24 heures. | MINIMUM. | MOYENNES. | MAXIMUM tempér. de la mer en 24 heures. | MINIMUM. | MOYENNES. | VENTS. | CIRCONSTANCES ATMOSPHÉRIQUES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Août 8 | nord. 2°.34′ | est. 77°.25′ | ..... | 27,2 | 25,3 | 26,4 | 27,9 | 26,2 | 27,1 | N. $\frac{1}{4}$ O. | Agréable. |
| 9 | 2.30 | 77.53 | ..... | 27,8 | 24,2 | 25,0 | 28,9 | 25,8 | 26,8 | ...... | Calme. |
| 10 | 3.22 | 79. 4 | ..... | 26,5 | 25,0 | 25,3 | 26,5 | 25,7 | 26,1 | ...... | Calme jusqu'à 4 P. M. |
| 11 | 5.17 | 79.42 | ..... | 26,5 | 24,6 | 25,3 | 26,1 | 24,1 | 25,3 | N. O | Bourrasques fréquentes. |
| 12 | 6.24 | ..... | ..... | 25,4 | 24,3 | 24,8 | 25,6 | 24,4 | 24,9 | O. N. O. | Agréable, en vue de Ceylan. |

Le lecteur remarquera que les nombres de la colonne des températures moyennes ne sont pas toujours *exactement* égaux aux moyennes des températures extrêmes. M. John Davy n'a pas expliqué comment ces résultats ont été obtenus.

Toutes les longitudes de la Table sont comptées de Greenwich; mais si l'on se rappelle que cet Observatoire est 2°.20′ à l'ouest de celui de Paris, on pourra aisément les rapporter à notre premier méridien.

» Pour toutes les expériences sur la densité de l'eau de mer, dont mon journal contient les résultats, l'eau fut prise à la surface de l'Océan, dans un seau bien propre et d'une grande capacité. Avant mon premier passage sous la ligne, je faisais les pesées à bord; mais tous les résultats, depuis 0°12′ de latitude sud jusqu'à Ceylan, ont été obtenus à terre, par des expériences faites sur des échantillons d'eau conservés dans des vaisseaux bien bouchés. Dans les expériences à bord, aussitôt qu'on avait puisé l'eau, on en déterminait la température, et on la pesait immédiatement après. La balance que j'employais n'était pas très-délicate; car un instrument doué de beaucoup de mobilité ne vaut rien à la mer, à cause des oscillations du vaisseau : cependant cette balance trébuchait à un dixième de grain. Le vase en verre dans lequel on pesait l'eau était semblable à ceux qui servent ordinairement à cet usage; il pouvait contenir environ 300 grains d'eau ( 19$^{g}$,4). Dans les expériences à terre, on fit usage du même verre; mais on employa une balance d'une construction plus délicate. J'ai choisi la température de 80° de Farenheit (26°,7 centigrades), pour y rapporter tous les résultats, parce qu'elle est à-peu-près la température moyenne de Ceylan, aussi-bien que celle de la mer entre les tropiques.

» J'avoue que je ne fais pas autant de cas des expériences faites à la mer que de celles que j'ai pu compléter à terre; cependant, quand même on ne considérerait les résultats des premières que comme des approximations, on les trouvera favorables à l'opinion déjà émise par quelques savans, que l'Océan ressemble à l'atmosphère, en ce point que, toutes choses égales d'ailleurs,

la pesanteur spécifique est par-tout la même. On remarquera de plus que les légères variations qu'on observe dans les pesanteurs spécifiques, ne sont pas toujours conformes aux différences de température.

» Il est aisé de concevoir comment la pesanteur spécifique des eaux de l'Océan peut être par-tout la même : ce résultat s'accorde parfaitement avec la théorie. Il serait un peu plus difficile, ce me semble, d'expliquer les variations légères de densité. Je ferai remarquer que ces variations paraissaient atteindre leur *maximum* lorsque la mer était grosse et agitée. Une fois, la pesanteur spécifique de l'eau me parut avoir diminuée à la suite d'une forte pluie : c'était vers 4° de latitude nord et 18° 13′ de longitude ouest de Greenwich : nous éprouvions alors une rapide succession de rafales des tropiques.

» Y a-t-il une pesanteur spécifique particulière à l'eau de chaque zone, comme essaie de le prouver un voyageur moderne dont l'autorité est très-imposante ? Si je m'en rapporte à mes propres expériences, et surtout à celles qui ont été faites à terre, je serais très-porté à croire le contraire. Plusieurs de ces expériences s'accordent, en effet, à donner la même pesanteur spécifique pour des échantillons d'eau qui avaient été puisés dans des parties de l'Océan fort éloignées les unes des autres. Je citerai, par exemple, les eaux prises à 0° 12′ et à 22° 36′ de latitude sud; celle de 34° 25′ lat. sud, et l'eau qui baigne les rivages de Colombo.

» Pour déterminer la température de l'air et celle de l'Océan, je faisais usage de thermomètres portatifs très-sensibles dont les boules étaient saillantes et éloignées,

d'environ un pouce des échelles d'ivoire. Dans les expériences sur la température de l'Océan, l'eau était essayée à l'instant qu'elle était puisée, et avant que sa chaleur pût être modifiée par celle de l'air. Pour apprécier la température de l'atmosphère, j'ai toujours choisi l'endroit le plus frais du vaisseau ; l'instrument était placé sur le pont, à l'ombre et au vent : j'avais aussi l'attention de l'éloigner de ces corps qui ont le pouvoir d'émettre beaucoup de chaleur rayonnante. Ces circonstances méritent qu'on y fasse attention : c'est pour les avoir négligées que la plupart des observateurs ont exagéré la température de l'air dans les régions situées entre les tropiques.

» Pendant la plus grande partie du voyage on faisait les observations sur les températures de l'atmosphère et de la mer, de deux heures en deux heures. Avec l'assistance des contre-maîtres du vaisseau, MM. Sleight et Powell, aussi recommandables par leur intelligence que par leur penchant à obliger, ces observations eurent lieu la nuit aussi-bien que le jour.

» Je ne saurais dire si la loi de la variation diurne de la température de l'atmosphère à la mer, a été décrite par quelque voyageur. D'après les nombreuses observations que j'ai été à portée de faire entre les tropiques et dans leur voisinage, ce phénomène m'a paru très-régulier, du moins lorsque nous étions à une grande distance de terre, quand le temps était beau et le vent fixé. Dans ces circonstances, je trouvais l'air à son *maximum* de température précisément à midi, et à son *minimum*, vers le lever du soleil. Je vais rapporter, en preuve de ce fait, deux exemples tirés de mon recueil de notes.

2 avril; 21° 3′ lat. sud. 27° 27′ long. ouest (de Greenwich). Vent E. $\frac{1}{4}$ S.

| Heures. | Température. |
|---|---|
| 6 avant midi. . . . . . . . . . | 25°,6 centigr. |
| 8. . . . . . . . . . . . . . . . | 26,1; |
| 10. . . . . . . . . . . . . . . . | 26,4; |
| 12. . . . . . . . . . . . . . . . | 26,7; |
| 2 après midi. . . . . . . . . . | 26,2; |
| 4. . . . . . . . . . . . . . . . | 26,1; |
| 6. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,8; |
| 8. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,6; |
| 10. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,6; |
| 12. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,4; |
| 2 du matin. . . . . . . . . . | 25,4; |
| 4. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,3; |
| 6. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,3. |

3 avril; lat. sud 24° 22′. Long. ouest (de Greenwich) 26° 27′. Vent E. N. E.

| Heures. | Température. |
|---|---|
| 6 du matin. . . . . . . . . . | 24°,4 centigr. |
| 8. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,3; |
| 10. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,7; |
| 12. . . . . . . . . . . . . . . . | 26,5; |
| 2 après midi. . . . . . . . | 25,8; |
| 4. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,4; |
| 6. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,3; |
| 8. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,0; |
| 10. . . . . . . . . . . . . . . . | 25,0; |
| 12. . . . . . . . . . . . . . . . | 24,7; |
| 2 du matin. . . . . . . . . . | 24,7; |
| 4. . . . . . . . . . . . . . . . | 24,4. |

» Nous voyons, dans ces exemples, que la température de l'air varie précisément comme la hauteur du soleil; que les changemens sont assez considérables pendant la présence de l'astre et insignifians durant la nuit. Ce fait est général à la mer et mérite d'être remarqué, puisqu'il établit une dissemblance frappante entre la marche de la température de l'atmosphère sur terre et sur mer.

» Cette loi régulière dans la variation de la température atmosphérique, est fréquemment interrompue, même dans le beau temps, quand l'air n'est point en mouvement. Durant un calme, le thermomètre marche presque comme à terre; alors le *maximum* de température n'est pas précisément à midi, mais quelque temps après; la raison en est qu'il y a, dans ce cas, une accumulation de chaleur, non-seulement dans le vaisseau, mais dans l'eau elle-même, comme je puis le montrer par la table suivante des températures de l'air et de la mer observées pendant un calme dont la durée fut cependant à peine de vingt-quatre heures.

7 août; latit. N. 2° 10′. — Longit. E. (de Greenwich) 76° 37′.

| Heures. | Tempér. de l'air. | Temp. de la mer. |
|---|---|---|
| 6 du matin. . . | 25°,8 centigr. . . | 26°,7; |
| 8. . . . . . . . . | 26,4 . . . . . . . | 27,2; |
| 10 . . . . . . . . | 26,9 . . . . . . . | 27,5; |
| 12 . . . . . . . . | 27,8 . . . . . . . | 28,1; |
| 2 après midi . . | 28,1 . . . . . . . | 28,6; |
| 3 . . . . . . . . | 27,8. . . . . . . | 28,6; |
| 4 . . . . . . . . | 27,5. | |

» La loi est interrompue d'une manière plus remarquable encore durant les tempêtes et quand le temps est

incertain ; comme on va le voir par une couple d'exemples.

17 mars. Latitude nord 4°. — Longitude O. 18° 30′.

| Heures. | État du ciel. | Tempér. de l'air. | Temp. de l'eau de pluie. |
|---|---|---|---|
| 3 du mat. | clair . . . . . . . . | 26°,7 centigr. | |
| 11 . . . . | la pluie approche. | 25 . . . . . . . | 24°,4 ; |
| 11 30′ . . | la pluie a cessé. . | 23,3 . . . . . . | 22,8 ; |
| 12 . . . . | nuages . . . . . . . | 26,1. | |
| 1 après midi. | après une ondée. . | 24,7. . . . . | 24,4 ; |
| 4 . . . . | . . . . . . . . . . . | 23,9. . . . . | 23,3. |

27 mars. Latit. 10° 30′. — Long. O. 24° 25′.

| Heures. | État du ciel. | Temp. de l'air. |
|---|---|---|
| 5 du matin . . | beau . . . . . . . . . | 26°,1 centigr. |
| 6 . . . . . . . . | la pluie approche . | 25,6 ; |
| 6 30′. . . . . | pluie à verse . . . . | 24,2 ; |
| 7 . . . . . . . . | fin de la pluie. . . | 24,7 ; |
| 8 . . . . . . . . | le soleil luit . . . | 26,2 ; |
| 9 . . . . . . . . | pluie. . . . . . . . . | 24,4 ; |
| 10. . . . . . . . | nuages . . . . . . . | 26,4 ; |
| 12. . . . . . . . | beau temps . . . . | 27,0. |

» Les ondées, dans chaque exemple, furent accompagnées de violens coups de vent, de tonnerre et d'éclairs. L'eau de pluie, dont on déterminait la température, était recueillie dans un verre à mesure qu'elle coulait le long de la tente dressée sur le vaisseau.

» Les régions équatoriales sont spécialement sujettes à des ouragans, des pluies violentes, des phénomènes électriques, dont l'effet est de diminuer la température, et semblent fournir une explication naturelle de la fraîcheur que nous avons trouvée à l'atmosphère et à l'Océan chaque fois que nous avons passé la ligne.

» La température de la mer, selon quelques auteurs,

est sujette à peu ou point de variation diurne. Une telle opinion est loin d'être exacte, comme on s'en convaincra par la plus légère inspection de mon *Journal météorologique*, et ne peut être fondée que sur des vues hypothétiques. Le fait, comme mes observations le présentent, est que le changement diurne pour la température de la mer est à très-peu près aussi grand que celui de l'atmosphère environnante. D'après toutes les observations que j'ai pu faire, par des circonstances favorables, lorsque le temps était beau, la mer unie et la terre éloignée, j'ai cru apercevoir que le *maximum* de température est à environ trois heures dans l'après-midi, et le *minimum* vers le lever du soleil. Je ne rapporterai qu'un seul exemple en détail.

5 avril. Latit. S. 24° 22′. — Longit. O. 27° 8′.

| Heures. | Température de la mer. |
|---|---|
| 8 du matin . . . . | 26°,2 centigr. |
| 10 . . . . . . . . . . | 26,4 ; |
| 12. . . . . . . . . . . | 26,4 ; |
| 2 après midi. . . . | 26,7 ; |
| 4 . . . . . . . . . . | 26,9 ; |
| 6 . . . . . . . . . . | 26,7 ; |
| 8 . . . . . . . . . . | 26,4 ; |
| 10 . . . . . . . . . . | 26,1 ; |
| 12 . . . . . . . . . . | 25,8 ; |
| 2 après minuit . . | 25,6 ; |
| 4 . . . . . . . . . . | 25,4 ; |
| 6 . . . . . . . . . . | 24,4. |

» L'Océan, comme l'atmosphère, est sujet à des irrégularités de température. Ce fait est amplement prouvé par mon journal. Les causes qui produisent ces irrégula-

rités peuvent être divisées en trois espèces principales : un temps orageux, des hauts-fonds et les courans.

» Outre les causes générales et nombreuses qui agissent dans le mauvais temps, il paraît qu'il s'établit des courans à la surface de la mer dans la direction des vents dominans. Si le vent souffle d'une région froide, la température de ce courant est basse, et *vice versâ.* Ce fait est prouvé par l'influence des brises que nous éprouvâmes entre le 7 et le 12 avril ; pendant ce temps, comme nous étions au sud de la ligne et que le vent soufflait du sud, la température de la mer fut abaissée d'une manière très-sensible.

» C'est aujourd'hui un fait bien établi (1) que sur les hauts-fonds la température est plus basse que dans des eaux profondes : cette circonstance importante mérite toute l'attention du navigateur de profession ; car elle peut l'avertir, dans l'obscurité, de l'existence d'un banc de sable, alors que tout autre indice lui manque, et le mettre sur ses gardes lorsqu'en approchant des bas-fonds et des côtes où la mer a peu de profondeur, il est temps encore d'éviter le danger. En avançant vers le cap de Bonne-Espérance, en doublant ce promontoire et en abordant à Ceylan, j'ai recueilli, à ce sujet, quelques observations que je vais présenter.

» En approchant de la Baie-de-la-Table, avant de voir

---

(1) Ce fait a été observé par le Dr Franklin, M. J. Williams, etc. *Voyez* la *Navigation thermométrique* (*Thermometrical Navigation*) de Williams. Philadelphie, 1790. (*Voyez* aussi l'extrait que nous avons donné de cet ouvrage, tome V, page 396.)

la terre, il y eut un abaissement marqué dans la température de l'eau; elle était à 15°,6, et descendit jusqu'à 14°,4, comme on va le voir.

Le 11 mai. Latit. 34° 1′ S. — Longit. 17° 51′ E.

| | |
|---|---|
| A 8 h. du matin, la tempér. de l'eau était: | 16°,9 centig. |
| 10 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16,9; |
| Midi . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16,4; |
| 2 du soir . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16,1; |
| 5 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 15,6; |
| 10 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 14,4; |
| Minuit . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 14,4; |
| 2 du matin . . . . . . . . . . . . . . . . . | 14,7; |
| 4, terre en vue . . . . . . . . . . . . . . | 15,0; |
| 7, à environ 20 milles de terre . . . . | 14,4; |
| 8 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,9; |
| 10 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,3; |
| Midi . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,3; |
| 2 du soir . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 12,8; |
| 4 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,3; |
| 8, la sonde touche le fond . . . . . . | 13,6; |
| 10 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,6; |
| Minuit . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 12,8; |
| 4 du matin . . . . . . . . . . . . . . . . . | 12,8; |
| 6 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,6; |
| 8 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,6. |

» Durant ces deux jours, nous nous approchions graduellement de terre, à raison d'environ 2 milles par heure. Je continuai les observations jusqu'à la distance de 2 milles du rivage. Celles que je fis en quittant la baie ressemblèrent aux précédentes aussi

exactement qu'on avait le droit de l'espérer, en considérant que le trajet ne fut pas précisément le même, et que la saison froide était plus avancée.

| | |
|---|---|
| 3 juin, $8^{h.}$ du matin, à $\frac{1}{2}$ mille de terre, la température de l'eau fut . . . | 11°,7 centig. |
| 10, à environ 3 milles de terre, | 12,4; |
| 2 du soir, à 9 milles de la ville du Cap, par 10 brasses d'eau. . . . . . . . . . . . . . . | 12,9; |
| 4 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 12,9; |
| Midi . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 12,5; |
| 2 du matin . . . . . . . . . . . . . . | 12,5; |
| 8 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 14,2; |
| 10 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,9; |
| 12 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 15,6; |
| 2 du soir . . . . . . . . . . . . . . . | 16,1; |
| 4. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16,7. |

» Avant quatre heures de l'après-midi, nous étions hors de vue du cap de Bonne-Espérance et dans une eau profonde.

» En approchant de Ceylan, et particulièrement vers la côte méridionale de l'île où la moyenne température annuelle paraît être d'environ 26°,7, on devait s'attendre à n'éprouver que peu ou point de changement par l'influence des bas-fonds; cependant nous avons remarqué une variation manifeste, une diminution de température de plus de 1°,1 dans les endroits où la sonde atteignait le fond. La température de l'eau commença à baisser par 5° 17′ de latitude nord, et lorsque le chronomètre

marquait 79°42′ de longitude E. Elle était de 25°,8 le matin, à 8 heures, et de 24°,7 le soir, à 10 heures. Le lendemain matin, on découvrit la terre.

» En général, d'après les observations sur la température de l'eau, rapportées dans mon journal, il y a lieu de croire que pendant le voyage nous avons rencontré fréquemment des courans. On expliquerait difficilement, dans une autre hypothèse, plusieurs de mes résultats. Toutes les fois que la température de l'eau s'abaissait subitement, j'en concluais que nous étions dans un courant venant du pole, ou sur quelque haut-fond : ce qui était presque toujours confirmé par d'autres observations. Au contraire, lorsque la température de l'eau éprouvait un accroissement brusque, j'y voyais la preuve que nous étions dans un courant venant des régions équatoriales. Parmi les courans que nous avons traversés, il en est un qui me paraît mériter une mention particulière : c'est ce courant bien connu qui, venant de la côte sud-est de l'Afrique, coule autour du banc de Lagullas. Il est marqué sur toutes les cartes. Le major Rennel l'a décrit d'une manière très-détaillée et très-scientifique, et en a tracé le cours; mais jusqu'ici je crois qu'on n'a point encore remarqué que sa température est élevée. Je pense aussi pouvoir le regarder comme la cause la plus prochaine d'un phénomène curieux non encore expliqué, savoir : de cette enveloppe dense de vapeurs appelée *la Nappe-de-la-Table*, et qui se montre toujours sur le sommet de la montagne de la Table, au cap de Bonne-Espérance, lorsque le vent souffle du sud-est. Je vais extraire de mes notes les observations que je fis en traversant le courant.

10 juin. Latit. sud 35° 57′. — Longit. 24° E.

| Heures. | Tempér. de la mer. |
|---|---|
| 6 du matin . . . | 16°,1 centigr. |
| 8 . . . . . . . . . . | 21,9 ; |
| 10 . . . . . . . . . . | 21,4 ; |
| 11 . . . . . . . . . . | 21,1 ; |
| Midi . . . . . . . . . | 20,0 ; |
| 1 du soir . . . . . | 20,3 ; |
| 2 . . . . . . . . . . | 19,7 ; |
| 4 . . . . . . . . . . | 20,0 ; |
| 5 . . . . . . . . . . | 19,4 ; |
| 6 . . . . . . . . . . | 19,2 ; |
| 7 . . . . . . . . . . | 19,4 ; |
| 8 . . . . . . . . . . | 19,4 ; |
| 9 . . . . . . . . . . | 19,4 ; |
| 10 . . . . . . . . . . | 19,3 ; |
| 11 . . . . . . . . . . | 19,4 ; |
| Minuit . . . . . . . | 19,4 ; |
| 1 du matin. . . . | 19,4 ; |
| 2 . . . . . . . . . . | 19,4 ; |
| 3 . . . . . . . . . . | 16,1 ; |
| 4 . . . . . . . . . . | 16,1 ; |
| 5 . . . . . . . . . . | 17,8 ; |
| 6 . . . . . . . . . . | 19,3 ; |
| 7 . . . . . . . . . . | 18,9 ; |
| 9 . . . . . . . . . . | 19,4 ; |
| 10 . . . . . . . . . . | 19,7 ; |
| Midi. . . . . . . . . | 18,9 ; |
| 2 du soir. . . . . | 19,7 ; |
| 4 . . . . . . . . . . | 18,6. |

» A en juger par le changement de température, nous passâmes subitement du banc de Lagullas dans le courant qui coule à l'entour. Le major Rennel observe, je crois, qu'au bord du banc le courant est plus fort. On explique par là fort aisément pourquoi la température de l'eau, dans cet endroit, est de plus de 5° centigr. supérieure à celle de la mer voisine. Il paraît que nous restâmes dans le courant dix-sept heures ; le vaisseau faisait route presque directement à l'est, à raison de 7,65 milles par heure. D'après cela, et en supposant que nous avons traversé le courant dans le sens de sa largeur, ce qui probablement diffère peu de la vérité, cette largeur pourra être évaluée à environ 130 milles anglais : résultat peu éloigné de celui auquel on s'arrête ordinairement. Après avoir traversé le courant, la basse température que nous trouvâmes à l'eau, pendant deux heures consécutives, nous fit croire que nous avions passé sur un banc de 12 milles de large, et qu'ensuite nous étions entrés dans un second courant, qui coulait dans la même direction que le premier.

» J'ai parlé tout-à-l'heure de la liaison qui me paraît exister entre ces courans et la masse de vapeurs denses qui couvre quelquefois la montagne de la Table, et qu'on appelle *la Nappe-de-la-Montagne*. Cette liaison est évidente et s'explique facilement. Le phénomène ne se présente que quand le vent qui souffle est froid et vient du sud-est. Ce vent doit condenser la vapeur aqueuse qui s'élève du courant, et la pousser vers la terre. Durant le court séjour que nous avons fait au Cap, j'ai eu une fois l'occasion de voir le brouillard s'avancer. Il glissait rapidement sur la surface de la mer qu'il cachait entiè-

rement, tandis qu'au-dessus l'air était parfaitement clair ; il arriva bientôt à terre, se répandit par degré le long de la côte, s'éleva sur la montagne, et y resta presque stationnaire. Il en enveloppait le sommet, augmentant quelquefois, et descendant sur le côté opposé, jusqu'à être suspendu sur la ville du Cap ; quelquefois aussi diminuant et disparaissant (1). On ne sera pas étonné que ce nuage reste ainsi presque stationnaire sur le sommet de la montagne de la Table, tant que le vent du sud-est continue, si l'on considère que la montagne a 3582 pieds anglais (1092 mètres) au-dessus du niveau de la mer ; que ses flancs sont escarpés, et qu'on trouve à son sommet un plateau étendu. On n'est pas non plus surpris que le nuage ne descende que rarement, et seulement

---

(1) La description de M. Davy s'accorde parfaitement avec celle que Lacaille a donnée du même phénomène dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* pour 1751, p. 440 et suiv. Ce célèbre astronome avait déjà remarqué que les pelotons de nuages blancs qui s'attachent, pour ainsi dire, au sommet de la montagne de la Table, viennent du sud-est et se forment sur la mer. Ces circonstances donnent du poids à l'ingénieuse conjecture de M. John Davy ; mais pour dissiper tous les doutes, il faudrait expliquer, en partant des mêmes principes, pourquoi, « lorsque le vent du » sud-est souffle pendant plusieurs jours de suite, les nuages » deviennent de plus en plus minces, puis disparaissent ab- » solument », et comment il arrive même « que ce vent » vienne à souffler sans qu'il paraisse aucun nuage sur les » montagnes ». (Mémoire cité.) Un observateur qui habiterait le Cap pourrait seul entreprendre de répondre à ces questions.

(R.)

lorsque le vent souffle avec violence, puisque le terrain au-dessous est parfaitement abrité, et que le voisinage d'une grande ville doit donner naissance à un courant ascendant d'air chaud.

» Je ne puis finir cette lettre sans recommander, avec M. Jonathan Williams, l'usage du thermomètre à la mer. Si on employait plus fréquemment cet instrument et qu'on recueillît les observations, on connaîtrait bientôt d'une manière générale la température moyenne de toutes les parties de l'Océan, et on en déduirait une foule de résultats utiles et curieux, tant sur les courans que sur la position des hauts-fonds. On devine facilement tout le parti que les navigateurs de profession tireraient de semblables résultats.

» Dans une autre lettre, je vous communiquerai les observations que j'ai recueillies sur la température de l'homme et celle des autres animaux en différens climats. Mes expériences ont été faites dans le voyage, pendant mon séjour au Cap et à l'Ile-de-France, et depuis mon arrivée ici.

» JOHN DAVY. »

Colombo, 3 novembre 1816.

---

## SUR *le Sulfure de phosphore.*

PAR M. FARADAY.

LE soufre et le phosphore, chauffés ensemble dans un tube, se combinent, souvent avec explosion, et l'on obtient des composés qui déterminent la décomposition

de l'eau à la température ordinaire, et donnent naissance à de l'hydrogène sulfuré, de l'acide phosphorique, de l'acide phosphoreux, et quelquefois de l'acide sulfurique. Ces composés sont généralement impurs, à cause de l'oxide de phosphore et d'autres matières qu'ils contiennent : ils sont plus fusibles que le soufre ou le phosphore, et conservent quelquefois leur fluidité à une température ordinaire.

Si l'on agite un de ces composés avec une solution d'ammoniaque, et qu'on l'y laisse quelques heures, toutes les impuretés disparaissent ; sa couleur rougeâtre ou brune s'évanouit ; il en prend une d'un jaune clair, devient demi-transparent et plus fluide. Transporté dans l'eau, il n'agit pas sensiblement sur elle, même en plusieurs semaines.

Un composé préparé de cette manière, et contenant environ 5 parties de soufre et 7 de phosphore, n'était point solide à —6°,7, et à 0° il jouissait d'une grande fluidité. Conservé pendant quelques semaines sous l'eau, dans un flacon, il a laissé déposer des cristaux de soufre pur ; sa fusibilité a diminué, et, après un séjour de quelques heures dans une atmosphère de 3 à 4 degrés, il s'est pris en une masse cristalline, qui est sans doute un composé défini. Cette masse paraît être composée, d'après l'analyse qui en a été faite, de 4 parties de soufre et de 8 de phosphore ; et en effet, en combinant ces deux corps dans cette proportion, on obtient un composé qui présente les mêmes propriétés. On ne doit cependant considérer ce rapport que comme une approximation. (*Journ. of Science, etc.* IV. 361.)

## Sur *la Conservation de la viande par le moyen du charbon.*

Par H. T. C.

Il y a long-temps que l'on connaît la propriété qu'a le charbon de corriger la putréfaction peu avancée des substances animales.

On a même fait des essais pour conserver la chair crue pendant long-temps, mais sans résultats satisfaisans. J'ai voulu m'assurer moi-même de l'efficacité du charbon, en cherchant à éviter les causes ordinaires de la putrescence, qui me paraissent être l'humidité, la chaleur et l'accès de l'air atmosphérique.

J'ai pris des boîtes de fer-blanc; j'y ai introduit la fumée du charbon pour en exclure l'air, et lui substituer du gaz carbonique; je les ai alors remplies avec des tranches de chair crue, placées entre des couches de poussière de charbon, et après avoir luté leur couvercle, elles ont été enveloppées d'une vessie. Dans cet état, elles ont été placées dans un cellier où elles sont restées depuis le commencement d'avril jusqu'au mois de décembre.

Au bout de ce temps, les boîtes ayant été ouvertes, on a trouvé la viande parfaitement saine, ferme et agréable, excepté deux petites pièces qui étaient molles. Dans tout le reste, comprenant trois sortes de viande, le gras et le maigre étaient également bons; et après avoir enlevé le charbon, la viande crue avait exactement la même apparence que celle venant de la boucherie. On en

a préparé quelques morceaux, et on les a jugés très-bien conservés. D'autres morceaux retirés du charbon n'ont commencé à se gâter qu'au bout de six jours.

Le charbon avait contracté une odeur semblable à celle de la viande desséchée, mais qui n'était point désagréable. La viande elle-même était entièrement exempte de cette odeur. (*Journ. of Science, etc.* IV. 367.)

---

## PRÉPARATION *de l'Acide chlorique en décomposant le chlorate de potasse par l'acide fluorique silicé.*

Par JAMES LOWE WHEELER.

CE procédé est fondé sur la propriété qu'a la potasse de former une combinaison insoluble avec l'acide fluorique silicé.

Ayant préparé une solution de gaz fluorique silicé, mêlez-la avec une dissolution chaude de chlorate de potasse, et chauffez le mélange modérément pendant quelques minutes. Pour être sûr que tout le chlorate est décomposé, ajoutez un peu d'acide en excès ; ce qu'il est facile de reconnaître par la propriété qu'a l'ammoniaque de dépouiller l'acide de toute sa silice. Par ce moyen, le chlorate de potasse sera entièrement décomposé; le mélange se troublera légèrement, et il se précipitera abondamment du fluosilicate de potasse, sous la forme d'une masse gélatineuse. Le liquide surnageant ne con-

tiendra alors que de l'acide chlorique et un peu d'acide fluorique silicé. Après l'avoir filtré, on le neutralisera avec le carbonate de baryte : le chlorate de baryte restera seul en dissolution, et l'ayant séparé par le moyen du filtre, on le fera cristalliser; on le décomposera ensuite par l'acide sulfurique, comme M. Gay-Lussac l'a recommandé le premier (1).

---

(1) L'auteur a eu beaucoup de peine pour préparer la dissolution d'acide fluorique silicé, parce que le tube qui conduit le gaz dans l'eau s'engorge promptement par la silice qui s'y dépose : aussi conseille-t-il de ne point faire plonger le tube dans l'eau, et de tenir l'extrémité à environ deux centimètres de la surface du liquide. Ce procédé a l'inconvénient qu'il se forme à la surface de l'eau une croûte de silice qui l'empêche d'agir sur le gaz, à moins qu'on n'ait l'attention de la détruire par l'agitation à mesure qu'elle se forme. Il vaut beaucoup mieux mettre un peu de mercure au fond du vase qui contient l'eau, et y faire plonger le tube qui conduit le gaz : on évite par là toute espèce d'inconvéniens, et l'opération n'exige aucun soin.

J'ai répété le procédé de M. Wheeler pour préparer le chlorate de baryte, et il m'a parfaitement réussi. J'avais autrefois essayé la dissolution concentrée de sulfate d'alumine pour décomposer le chlorate de potasse; mais l'acide fluorique silicé est préférable. R.

## TABLE *de la Quantité moyenne d'alcool contenue dans diverses espèces de vins.*

PAR M. BRANDE.

M. BRANDE a déjà publié, dans les *Transactions philosophiques* pour les années 1811 et 1813, une table de la quantité d'alcool contenue dans quelques espèces de vin. Celle qu'il donne aujourd'hui est plus complète, parce qu'il y a réuni les divers résultats qu'il a obtenus jusqu'à ce jour. Pour déterminer le degré de spirituosité de chaque vin, il en a distillé des volumes égaux, presque jusqu'à siccité, c'est-à-dire, à un seizième près environ : à chaque produit de la distillation il a ajouté une quantité d'eau suffisante pour ramener son volume à celui du vin qui l'avait fourni, en tenant compte toutefois du volume des ingrédiens solides de chaque vin, qui, au reste, a peu varié, et que M. Brande a évalué à environ $\frac{1}{250}$ de celui du vin. La densité des liquides distillés a été déterminée à la température de 15°,5, et il en a conclu, d'après les Tables de Gilpin, la quantité d'alcool (à 0,825 de densité) qu'ils renfermaient. L'alcool de cette densité n'est pas pur ; il contient huit centièmes d'eau en volume ; et si on voulait ramener les nombres de la Table suivante à exprimer de l'alcool absolu, dont la densité à 15°,5 est de 0,793, il faudrait les multiplier par 0,92. Le vin d'un même pays n'a pas, chaque année, le même degré de spirituosité, et, d'après les expériences de M. Brande, la différence pour les vins les plus généreux va jusqu'à cinq parties d'alcool, ou à

près d'un cinquième de la plus grande proportion de ce liquide. Nous n'avons rapporté que les résultats moyens, parce qu'il suffit d'être prévenu que la quantité d'alcool d'un vin du même pays varie d'environ un dixième autour de la moyenne que nous rapportons.

| Noms des Vins. | Proportion d'alcool sur 100 parties de vin en volume. |
|---|---|
| Lissa. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 25,41 ; |
| Vin de raisin sec (raisin wine) . . . | 25,12 ; |
| Marsala. . . . . . . . . . . . . . . . . | 25,9 ; |
| Madère. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 22,27 ; |
| Vin de groseilles . . . . . . . . . . . . | 20,55 ; |
| Xerès . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 19,17 ; |
| Ténériffe. . . . . . . . . . . . . . . . | 19,79 ; |
| Colares . . . . . . . . . . . . . . . . . | 19,75 ; |
| Lacryma-Christi . . . . . . . . . . . . | 19,70 ; |
| Constance blanc . . . . . . . . . . . . | 19,75 ; |
| *Idem*, rouge. . . . . . . . . . . . . . | 18,92 ; |
| Lisbonne . . . . . . . . . . . . . . . . | 18,94 ; |
| Malaga (de 1666) . . . . . . . . . . | 18,94 ; |
| Bucellas. . . . . . . . . . . . . . . . . | 18,49 ; |
| Madère rouge. . . . . . . . . . . . . | 20,35 ; |
| Muscat du Cap. . . . . . . . . . . . | 18,25 ; |
| Madère du Cap. . . . . . . . . . . . | 20,51 ; |
| Vin de raisin . . . . . . . . . . . . . . | 18,11 ; |
| Carcavello . . . . . . . . . . . . . . . | 18,65 ; |
| Vidonia. . . . . . . . . . . . . . . . . | 19,25 ; |
| Alba flora. . . . . . . . . . . . . . . . | 17,26 ; |
| Malaga. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 17,26 ; |
| Hermitage blanc . . . . . . . . . . . . | 17,43 ; |
| Roussillon. . . . . . . . . . . . . . . . | 18,13 ; |

| | |
|---|---|
| Claret, ou vin de Bordeaux . . . . | 15,10 ; |
| Malvoisie de Madère . . . . . . . . . | 16,40 ; |
| Lunel . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 15,52 ; |
| Chiras. . . . . . . . . . . . . . . . . | 15,52 ; |
| Syracuse. . . . . . . . . . . . . . . . | 15,28 ; |
| Sauterne. . . . . . . . . . . . . . . . | 14,22 ; |
| Bourgogne. . . . . . . . . . . . . . . | 14,57 ; |
| Hock (vin du Rhin). . . . . . . . . | 12,08 ; |
| Nice. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 14,63 ; |
| Barsac. . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,86 ; |
| Tinto . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,30 ; |
| Champagne . . . . . . . . . . . . . . | 13,80 ; |
| Champagne mousseux. . . . . . . . . | 12,61 ; |
| Hermitage rouge . . . . . . . . . . . | 12,32 ; |
| Grave . . . . . . . . . . . . . . . . . | 13,37 ; |
| Frontignan. . . . . . . . . . . . . . . | 12,79 ; |
| Côte Rôtie . . . . . . . . . . . . . . | 12,32 ; |
| Vin de groseilles à maquereau. . . . | 11,84 ; |
| Vin d'oranges fait à Londres . . . . | 11,26 ; |
| Tokay. . . . . . . . . . . . . . . . . | 9,88 ; |
| Vin de baies de sureau (Elder wine) | 9,87 ; |
| Cidre, le plus spiritueux. . . . . . . | 9,87 ; |
| *Idem*, le moins spiritueux. . . . . | 5,21 ; |
| Poiré . . . . . . . . . . . . . . . . . | 7,26 ; |
| Hydromel . . . . . . . . . . . . . . . | 7.32 ; |
| Aile de Burton (bière) . . . . . . . | 8,88 ; |
| Aile d'Edinburgh. . . . . . . . . . . | 6,20 ; |
| Aile de Dorchester. . . . . . . . . . | 5,56 ; |
| moyenne . . . . . | 6,87 ; |
| Bière forte, brune (brown stout). . | 6,80 ; |
| Porter de Londres . . . . . . . . . . | 4,20 ; |

| | |
|---|---|
| Petite bière de Londres . . . . . . . | 1,28 ; |
| Eau-de-vie . . . . . . . . . . . . . . . | 53,39 ; |
| Rhum. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 53,68 ; |
| Genièvre (Gin) . . . . . . . . . . . | 51,60 ; |
| Whiskey d'Ecosse (eau-de-vie de grains) | 54,32 ; |
| Whiskey d'Irlande. . . . . . . . . . | 53,90. |

(*Journ. of Science*, *etc.* IV. 289.)

---

SUPPLÉMENT *à la Note sur la Salure de la mer, imprimée dans le sixième volume des* Annales de Chimie et de Physique, *page* 426.

PAR M. GAY-LUSSAC.

J'AI dit, dans cette Note, page 435, que si l'on concevait un puits très-profond au milieu d'une mer tranquille, sous l'équateur, par exemple, la température du fond de ce puits serait la même que la température moyenne de sa surface, comme on l'observe sur la terre.

En énonçant cette proposition, j'avais seulement en vue les mers équatoriales, dont la température, à leur surface, est sensiblement la même le jour et la nuit, et aux diverses époques de l'année; car il est évident qu'elle ne peut s'appliquer aux mers des zones tempérées ou des zones septentrionales, dont la température varie beaucoup dans le cours d'une année, et même d'un jour à l'autre. Leur fond doit avoir une température plus basse que la température moyenne de leur surface, parce qu'il ne peut recevoir que les couches froides qui se pré-

cipitent à cause de leur plus grande densité ; tandis que les couches échauffées restent suspendues à la surface ; et ne font sentir leur influence qu'à une faible profondeur.

Je dois aussi me justifier d'avoir avancé qu'il me paraissait probable que le fond des mers ne devait pas, en général, être plus salé que leur surface ; ce que je n'avais pu faire à cause de la rapidité avec laquelle ma Note avait été écrite et imprimée (1).

Les expériences que je connaissais sur la salure de la mer à de grandes profondeurs ne me paraissaient pas mériter une grande confiance, parce qu'elles ne s'accordaient pas entr'elles, et surtout parce que je les trouvais contraires aux principes chimiques sur la dissolution des sels ; mais depuis, MM. d'Arcet et Humboldt m'ont communiqué des faits qui, s'ils étaient exacts, détruiraient entièrement mon opinion. Je vais les faire connaître, ainsi que ceux qui m'avaient fait conjecturer que la mer ne devait pas être plus salée au fond qu'à sa surface.

Selon M. d'Arcet, les dissolutions de soude que l'on conserve dans de grands réservoirs pour la fabrication du savon sont constamment plus chargées d'alcali au fond qu'à la surface ; et ce fait est si frappant qu'il n'a pas même échappé à l'attention des ouvriers.

M. de Humboldt cite une observation analogue relativement au sel marin ; c'est que, dans les puits salés, l'eau est aussi plus riche en sel au fond qu'à la surface.

On doit tirer de ces faits la conclusion que les molé-

(1) Dans cette note, au lieu de *lord Murgrave*, lisez : *lord Mulgrave*.

cules salines se séparent peu à peu de l'eau, en vertu de leur pesanteur spécifique, de sorte qu'il serait très-possible, selon M d'Arcet, qu'il y eût au fond des mers des masses considérables de sel.

Cette conclusion serait évidente s'il était prouvé que, dans une dissolution saline non saturée, les molécules de sel se séparent de l'eau à cause de leur plus grande densité; mais ce fait n'est pas encore démontré; car ceux que je viens de rapporter peuvent être dus à des causes accidentelles. Les puits d'eau salée reçoivent aussi des eaux douces ou peu chargées de sel, et il n'est pas étonnant que ces dernières se tiennent à la surface. Il en est de même des réservoirs où l'on conserve les dissolutions de soude : celles qu'on y verse n'ayant point toutes le même degré de force, les plus denses doivent se répandre dans le fond, et les plus légères rester à la surface; comme cela arrive, par exemple, toutes les fois que l'on verse de l'acide sulfurique sur de l'eau sans agiter les deux liquides.

Ces faits ne sont donc pas suffisamment concluans pour faire admettre que l'eau du fond des mers doit être plus salée que celle de leur surface, parce qu'il faudrait avoir démontré que les molécules d'une dissolution saline bien homogène se séparent peu à peu, de telle sorte que l'eau supérieure finirait par se dépouiller de tout son sel; tandis que l'inférieure deviendrait sur-saturée. La nature ne travaille pas en grand sur d'autres principes qu'en petit, et l'on doit retrouver les mêmes procédés de dissolution au milieu des mers que dans les laboratoires.

Il y a déjà plusieurs années que j'ai fait des expériences pour savoir si les dissolutions salines peuvent se

défaire. J'avais pris un tube de verre d'environ 2 centimètres de diamètre et de 2 mètres de longueur, fermé par l'un de ses bouts. Je l'avais rempli d'une dissolution saturée de sel marin, et après l'avoir bouché exactement, je l'avais placé verticalement dans une cave. J'espérais, si le sel se fût séparé de l'eau, qu'il se serait rassemblé au fond du tube, et j'avais pris une dissolution saturée parce que je croyais agir dans les circonstances les plus favorables à la séparation du sel, l'affinité de l'eau étant la plus faible, au terme de la saturation. Mais le tube, visité de temps à autre, ne m'a présenté aucun dépôt de sel dans sa partie inférieure, même au bout de vingt mois.

Dans une autre expérience, un matras au fond duquel il s'était formé une belle cristallisation de nitre a été renversé, entièrement plein d'eau-mère, sur un bain de la même eau, et placé dans les caves de l'Observatoire, dont la température ne varie que d'un centième de degré dans le cours de l'année : huit mois après, les cristaux de nitre n'avaient pas diminué d'une quantité sensible ; et cependant il est bien évident que si les molécules salines se fussent précipitées, la masse cristalline, se trouvant alors en contact avec de l'eau non saturée, aurait dû se dissoudre entièrement.

En effet, je me suis assuré par une troisième expérience contre l'assertion de quelques chimistes, qu'une dissolution saline formée en mettant en contact de l'eau avec un sel sans le secours de la chaleur, est exactement autant saturée qu'une dissolution faite à chaud, et qu'on laisse ensuite refroidir pendant un temps convenable, pour la ramener à la même température que la première.

J'ai fait cette expérience plusieurs fois, tant avec du nitre qu'avec du sulfate de soude, et je n'ai trouvé aucune différence.

D'après ces divers résultats, je regarde comme certain que les molécules salines d'une dissolution saturée, dont la température est supposée constante, ne s'en séparent point en vertu de leur plus grande densité. Sont-ils suffisans pour démontrer que la salure de la mer doit être en général la même à sa surface et au-dessous? Je serais tenté de le croire; mais je laisse aux autres à prononcer. Comme je n'ai opéré qu'avec des dissolutions salines saturées, on pourrait objecter qu'il serait possible qu'on obtînt des résultats différens avec des dissolutions non saturées. Pour savoir si cette objection est fondée, j'ai placé dans les caves de l'Observatoire deux longs tubes, contenant l'un une dissolution de nitre, et l'autre une dissolution de sel marin, très-éloignées de leur point de saturation : j'examinerai, dans quelques mois, leur degré de salure dans le bas et dans le haut de chaque tube, et je ferai part des résultats que j'aurai obtenus.

---

## SUR *la Vertu magnétique, considérée comme moyen de reconnaître la présence du fer dans les minéraux.*

PAR M. HAÜY.

LA propriété magnétique dont jouit le fer offre un moyen de faire servir ce métal à déceler lui-même sa présence, qui a le double avantage d'être décisif et fa-

cile à vérifier. Lorsque le morceau qu'on éprouve appartient au fer oxidulé, il agit immédiatement sur l'aiguille aimantée, sans avoir besoin d'aucune préparation. Une partie des variétés de fer oligiste sont susceptibles de la même action, et elle s'étend à certains morceaux de fer oxidé brun ou jaunâtre. On la retrouve dans d'autres corps où le fer n'entre que comme principe accessoire. De ce nombre sont les grenats qui, en général, renferment une quantité considérable de fer, qui va quelquefois jusqu'aux $\frac{2}{5}$ de la masse, même dans ceux qui sont les plus transparens. Saussure paraît être le premier qui ait observé le magnétisme de ces corps (1). Si le fer contenu dans le morceau que l'on veut soumettre à l'expérience est dans un état d'oxidation qui ne lui permette plus d'agir immédiatement sur l'aiguille, ou s'il est combiné avec quelque autre principe qui s'oppose à l'exercice de son magnétisme, comme dans le fer arsénical et le fer sulfuré, il suffit de faire chauffer pendant un instant à la flamme d'une bougie un petit fragment du morceau dont il s'agit, pour le rendre magnétique. On est quelquefois obligé, en pareil cas, d'employer l'action du chalumeau; mais ordinairement on peut s'en dispenser. Pour assurer le succès de ces sortes d'expériences, il faut avoir une aiguille de bon acier fortement aimantée, dont la chape soit d'agate ou de cristal de roche, et le support sur lequel on le suspend doit être terminé par une pointe très-déliée. L'aiguille dont je me sers a la figure d'un losange, et sa longueur est de 94 millimètres $\frac{1}{2}$, environ 3 pouces 6 lignes.

---

(1) *Voyages dans les Alpes*, tome I^er, n° 84.

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de donner une idée de la manière dont s'exercent les forces qui maintiennent l'aiguille dans le plan de son méridien magnétique. Je suppose ici cette aiguille située dans notre climat, où elle est plus voisine du pole boréal de notre globe que de son pole austral. Le fluide qui réside dans le premier agit par attraction sur le pole austral de l'aiguille (1), et par répulsion sur son pole boréal. C'est le contraire par rapport au pole austral du globe, son action sur le pole boréal de l'aiguille est attractive, et celle qu'il exerce sur le pole austral est répulsive. Mais parce qu'il agit de plus loin, nous pouvons considérer l'aiguille comme étant uniquement sollicitée par la force du pole boréal du globe, en raison de l'excès de cette force sur celle de l'autre pole.

Concevons maintenant que l'aiguille s'écarte un peu du plan de son méridien magnétique, sa force directrice (2) agira aussitôt pour l'y ramener. Concevons de

---

(1) Je rappellerai ici que l'extrémité de l'aiguille qui regarde le nord, lorsque cette aiguille est dans le plan de son méridien magnétique, doit porter le nom de *pole austral*, et l'extrémité opposée celui de *pole boréal*. Voyez le *Traité élémentaire de Physique*, tome II, page 62.

(2) On entend par force directrice, celle qui agit perpendiculairement sur l'aiguille dérangée du plan de son méridien, pour la ramener à ce plan. On suppose cette force appliquée à un point situé entre le milieu de l'aiguille et l'extrémité qui regarde le pole dont elle est plus voisine lorsqu'elle est abandonnée à elle-même. M. Coulomb a prouvé

plus que cette déviation de l'aiguille ait été produite par l'action d'une petite quantité de fer contenue dans un corps que l'on aurait placé très-près du centre d'action australe de l'aiguille, il faudra que la première action soit égale à celle de la force directrice qui dans ce moment sollicite l'aiguille, plus à la petite résistance qui a nécessairement lieu au point de suspension de l'aiguille. Or, il peut bien arriver que la quantité de fer contenue dans le corps soumis à l'expérience soit si légère, ou tellement chargée d'oxigène, que son action soit inférieure à la somme des deux actions, dont l'une serait produite par la résistance que j'ai indiquée, et l'autre par la force directrice de l'aiguille écartée sous un angle un peu sensible de son méridien magnétique, et, dans cette hypothèse, l'aiguille restera immobile.

En réfléchissant sur ces effets, j'ai conçu l'idée de diminuer tellement la force qui s'oppose au mouvement de rotation de l'aiguille, qu'elle fût incapable de dérober celle-ci à l'action de quelques particules de fer qui, dans une expérience faite à l'ordinaire, n'auraient sur elle qu'une influence censée nulle. Pour y parvenir, je dispose d'abord, à une certaine distance de l'aiguille, et au même niveau, d'un côté ou de l'autre, par exemple, vers le midi, un barreau aimanté, dont la direction soit, autant qu'il est possible, sur le prolongement de celle de cette aiguille, et dont les poles soient renversés à

---

que la force directrice est proportionnelle au sinus de l'angle que fait l'aiguille écartée de sa direction naturelle avec cette même direction.

l'égard des siens (1). Je fais avancer ensuite doucement le barreau vers l'aiguille. Pendant ce mouvement, le pole boréal du barreau, qui maintenant est le plus voisin de l'aiguille, agira par attraction sur le pole austral de celle-ci, et par répulsion sur son pole boréal; en sorte que les deux actions conspireront pour faire tourner l'aiguille dans un sens ou dans l'autre (2). Le pole austral du barreau exercera des actions contraires sur les deux poles de l'aiguille; mais comme elles partiront de plus loin, le pole boréal pourra être considéré comme agissant seul avec une force proportionnelle à la différence entre ses actions et celles de l'autre pole. De plus, comme les forces dont il s'agit concourent à faire tourner l'aiguille dans un même sens, nous pouvons les supposer appliquées à un même pole de l'aiguille, par exemple, au pole austral, en augmentant convenablement par la pensée celle qui attire ce pole.

Concevons l'aiguille arrivée au point où sa nouvelle direction ferait un angle de $10^{d.}$ avec le méridien magnétique, et faisons abstraction de la petite résistance qui a

---

(1) Pour garantir l'aiguille des agitations de l'air, je la place avec son support au fond d'une cage de verre, de forme carrée, ouverte par le haut, dans laquelle j'introduis les corps que je veux soumettre à l'expérience, en les tenant attachés à l'extrémité d'un petit cylindre de cire.

(2) On ne peut supposer que les centres d'action du barreau et de l'aiguille restent si exactement sur une même direction que l'aiguille soit simplement poussée vers le nord, sans prendre aucun mouvement de rotation. Ce cas d'équilibre n'est qu'idéal.

lieu au point de suspension. A ce terme, la force directrice de l'aiguille sera en équilibre avec la force attractive du barreau. Si l'on continue de faire avancer celui-ci vers l'aiguille, l'attraction qu'il exerce sur son pole austral s'accroîtra à raison d'une moindre distance, et en même temps la force directrice de l'aiguille augmentera, par une suite de ce que cette aiguille fera un plus grand angle avec son méridien magnétique; mais l'augmentation dont il s'agit aura lieu par des degrés dont les différences iront en décroissant (1).

Enfin, lorsque l'aiguille sera parvenue à une direction perpendiculaire sur le méridien magnétique, la force directrice aura atteint son *maximum*. Jusqu'alors l'aiguille restait immobile, toutes les fois que l'on arrêtait le mouvement progressif du barreau, par une suite de l'équilibre entre les deux forces contraires qui la sollicitaient; mais au-delà du terme auquel répond le *maximum* de la force directrice, si l'on fait faire au barreau un nouveau mouvement vers l'aiguille, l'attraction qu'il exerce sur elle s'accroîtra encore, et l'aiguille étant forcée de prendre une position inclinée en sens contraire à l'égard du méridien magnétique, sa force directrice diminuera; en sorte que l'équilibre ne pouvant plus s'établir, l'ai-

(1) C'est une conséquence de ce que quand les arcs qui mesurent les quantités dont l'aiguille s'écarte du plan de son méridien augmentent par des différences égales, les sinus correspondans qui, comme je l'ai dit, mesurent les forces directrices, diffèrent de moins en moins les uns des autres; en sorte qu'aux approches de l'angle droit ils sont presque égaux.

guille continuera de tourner, pendant que le barreau restera immobile, jusqu'à ce qu'elle se trouve dans le plan de son méridien magnétique, avec cette différence que sa position sera renversée à l'égard de celle qu'elle avait naturellement avant l'expérience.

Le moment le plus favorable pour présenter un corps qui renfermerait une petite quantité de fer à l'un des poles de l'aiguille, par exemple, au pole austral, en le plaçant du côté du barreau, paraîtrait être celui où la position de l'aiguille serait exactement perpendiculaire sur le méridien magnétique; car on conçoit que, dans ce cas où la force directrice tend à diminuer, pour peu que l'aiguille poursuive son mouvement de rotation, une très-petite force peut suffire pour la déranger dans le sens de ce mouvement (1). Mais comme il serait difficile d'arrêter le barreau, précisément au terme où la plus légère impulsion qu'on lui donnerait ensuite vers l'aiguille, déterminerait le retour de celle-ci au plan du méridien magnétique, il suffira que la position de l'aiguille soit très-voisine de ce terme, en restant un peu en-deçà. On placera alors le corps destiné pour l'expérience près du bord de l'aiguille qui regarde le barreau, vis-à-vis le centre d'action situé dans la partie qui fait un angle légèrement obtus avec la direction de ce barreau. De cette manière, l'attraction du corps sur le pole auquel

(1) Il m'est arrivé quelquefois de saisir cette position, et lorsque je présentais à l'aiguille un corps qui ne contenait qu'une très-légère quantité de fer, en le plaçant du côté où l'aiguille avait une tendance à continuer de tourner, elle achevait de décrire une demi-circonférence.

on le présente conspire avec la tendance de ce pole à s'approcher du barreau, pour continuer son mouvement de rotation (1).

En opérant de cette manière, j'ai observé des effets marqués avec des corps dont l'action sur l'aiguille était nulle quand l'expérience se faisait à l'ordinaire. Je vais citer des exemples, en commençant par les substances dans lesquelles le fer fait la fonction de base.

Fer oligiste (2);

1. Ecailleux; Eisenglimmer de Werner.
2. Luisant; Rother-Eisenrahm, W.
3. Concrétionné; Rother-Glaskopf, W.
4. Terreux; Dichter-Rotheisenstein, W.

Fer oxidé;

---

(1) On conçoit aisément qu'il y a dans les expériences de ce genre, comme dans beaucoup d'autres, des détails de pratique que suggère l'habitude, et sur lesquels on ne peut prescrire aucune règle. Il arrive quelquefois, par exemple, qu'un léger mouvement du barreau, qui fait varier tant soit peu la position de l'aiguille dans un sens ou dans l'autre, détermine une action du corps sur cette aiguille auparavant immobile en sa présence. Cette sorte de tâtonnement est surtout utile lorsque la quantité de fer renfermée dans le corps est extrêmement petite.

(2) J'omets le fer oxidulé, parce que tous les morceaux de cette espèce que j'ai éprouvés agissaient sur l'aiguille employée à l'ordinaire. Je passe sous silence, pour la même raison, les cristaux de fer oligiste, mon but n'étant que d'indiquer les modifications qui se refusent ordinairement à l'action magnétique lorsqu'on les présente à l'aiguille libre.

1. Hématite; Brauner-Glaskopf, W.

2. Géodique; Eisennière, W.

3. Globuliforme; Bohnerz, W.

4. Massif; Gemeiner Thoneisenstein, W.

5. Pulvérulent (1). Quelques morceaux, parmi ceux qui appartiennent à ces variétés, n'ont point donné de signes de magnétisme.

Fer oxidé noir vitreux.

Fer oxidé résinite; Eisenpecherz, W.

Fer carbonaté; Spatheisenstein, W. Plusieurs variétés.

Fer phosphaté; Blau Eisenerde, W. Toutes les variétés cristallisées du département du Puy-de-Dôme, de Bavière, des Etats-Unis et de l'Ile-de-France, et quelques-unes de celles qui sont à l'état terreux.

Fer chromaté. La variété qui se trouve en France, dans le département du Var. Elle n'avait exercé aucune action sur l'aiguille, dans les expériences faites à l'ordinaire.

Fer arséniaté; Wurfelerz, W. Toutes les modifications offrant différentes teintes de vert.

---

(1) On a cru que le fer oxidé, surtout celui qui est terreux, n'agissait jamais sur l'aiguille aimantée; mais diverses observations que j'ai faites démentent cette opinion. M. Jobert, jeune minéralogiste, qui a suivi mon dernier cours, où il s'est distingué par son assiduité et par ses progrès, ayant présenté à l'aiguille un cornet de papier, qu'il avait rempli en partie de fer oxidé granuliforme jaunâtre des environs de Mézières, département des Ardennes, a remarqué dans cette aiguille une déviation très-sensible.

Parmi les autres substances dans lesquelles le fer n'entre pas comme base, ou n'intervient que comme principe colorant, je me bornerai à en citer trois, dont l'une est une substance acidifère, et les deux autres sont des substances terreuses.

1. Chaux carbonatée ferro-manganésifère, Braunspath de Werner. Plusieurs variétés, même de celles qui sont blanches, avec un éclat perlé.

2. Grenat. Toutes les variétés, même les plus transparentes, qui se refusent à l'action de l'aiguille dans l'expérience ordinaire. J'y comprends celle qui est d'un jaune verdâtre, et dont M. Werner a fait une espèce particulière sous le nom de *Grossular.*

3. Péridot. Toutes les variétés soit cristallisées, soit granuliformes.

On voit par ce qui précède que la méthode du double magnétisme donne une grande extension au caractère qui se tire de l'action sur l'aiguille aimantée. Ainsi, on pourra le citer parmi les caractères spécifiques de diverses espèces de fer, dans les cas où il était omis. A l'égard du grenat et du péridot, je remarquerai que le premier est la seule substance qui possède ce caractère parmi les pierres d'une couleur rouge, et qui portent le nom de *Gemmes,* et que le second en jouit seul parmi celles dont la couleur est mêlée de jaune et de verdâtre. Il en résulte que le même caractère peut concourir utilement avec les autres que fournit la physique, pour la distinction des pierres dont il s'agit, lorsqu'elles sont dans l'état où leurs formes naturelles ont disparu, pour faire place aux formes arbitraires que le travail des lapidaires leur a prêtées, et que le danger des méprises

s'accroît à proportion des différences souvent très-considérables entre les valeurs qu'on assigne à ces objets, suivant la diversité des noms sous lesquels ils circulent dans le commerce (1).

(*Annales des Mines*. 1817. Page 329.)

---

## Observations *sur la Vitesse du Son faites à Santiago du Chili.*

Par Don Josef de Espinosa et Don Felipe Bauza.

(Extrait d'un ouvrage espagnol portant pour titre : *Memorias sobre las observaciones astronomicas hechas por los naveganies espagnoles*. Tome Ier.)

Les observations dont il sera question dans cet article nous ont paru mériter d'être rapportées à cause de leur exactitude, et surtout parce qu'elles ont été faites à des températures élevées.

Sur un terrain parfaitement horizontal du *Llano* de

---

(1) Parmi les caractères physiques dont je viens de parler, il en est de généraux, tels que la pesanteur spécifique, la dureté et la réfraction double ou simple. Les autres, comme la vertu électrique acquise par la chaleur et le magnétisme, sont particuliers à certains minéraux. On peut, en combinant ces divers caractères, parvenir, avec de l'exercice, à l'art de distinguer d'une manière sûre les pierres fines les unes des autres, après qu'elles ont été taillées, ainsi que je le ferai voir dans la nouvelle édition de mon *Traité de Minéralogie*.

Maypò, dans un endroit nommé le *Conventillo*, MM. Espinosa et Bauza mesurèrent une base de 2900 pieds de Paris (942 mètres). Ils se servirent pour cela de règles de bois bien étalonnées. L'opération, répétée à deux reprises, en allant et en revenant, fournit des résultats qui ne différèrent pas de plus de 6 pouces. La base fut rattachée d'abord à une troisième station, qui elle-même servit à son tour avec une des premières, à déterminer les distances respectives des divers points où l'on devait faire les expériences : on mesura les angles des triangles avec un théodolite de Ramsden.

Les distances d'une des extrémités *B* de la base, à divers points que nous désignerons par les lettres *C*, *D*, *E*, *F*, se trouvèrent respectivement égales à 13841 pieds, 50316 pieds, 43365 pieds, 29558 pieds.

Les opérations trigonométriques une fois terminées, MM. Espinosa et Bauza firent transporter un canon de 8 à l'extrémité *B* de la base, et se rendirent eux-mêmes successivement dans chacune des stations correspondantes. Pour avoir l'heure où se montrait la lumière produite par l'inflammation de la poudre, on s'était fourni deux bons chronomètres à seconde, qui étaient journellement réglés par des observations du soleil : afin de compenser les erreurs autant que possible, on employait tantôt l'un et tantôt l'autre instrument. Passons maintenant au détail des observations.

*Le canon en* B. *L'observateur en* E. *Distance*, 43365 *pieds*.

Le 13 janvier 1794, à la chute du jour, le temps est presque calme; le vent, extrêmement faible, vient du

S. O. ; le ciel est couvert. Barom. 25 p. 9 lig. = 0m,697. Thermom. = 18,0 Réaumur = 22°5 centigrades. Le canon était, par rapport à la station *E*, à 69° du *nord* vers l'*ouest*.

| On voit la lumière du canon. | On entend la décharge. |
|---|---|
| 8h. 0′. 0″ ; | 8h. 0′. 38″ ; |
| 8 10. 0 ; | 8 10. 38 ; |
| 8 20. 0 ; | 8 20. 38. |

Le 14 au matin, entre les mêmes stations ; temps calme ; un peu de brouillard. Baromètre = 25 p. 9 lig. = 0m,697. Therm. = 16°,0 R. = 20°,0.

| On voit la lumière du canon. | On entend le bruit. |
|---|---|
| 4h. 0′. 0″ ; | 4h. 0′. 38″ ; |
| 4 10. 0 ; | 4 10. 38 ; |
| 4 20. 0 ; | 4 20. 38. |

*Le canon en* B. *L'observateur en* D. *Distance* = 50316 pieds.

Le 14 janvier, à la chute du jour, vent S. O. assez frais en *B*. Dans la station *D*, on éprouva quelques bouffées de vent nord. Baromètre = 25 pouces 9 lignes = 0m,697. Thermomètre = 23°,0 Réaumur = 28°,8. Le gisement du canon, vu de *D*, était *nord* 44° vers l'*ouest*. La direction du vent était, comme on voit, presque perpendiculaire à celle de la propagation du son ; conséquemment le résultat de l'observation doit être à-peu-près le même que si on avait opéré par un calme parfait.

| On voit la lumière du canon. | On entend l'explosion. |
|---|---|
| 7h.30'. 0''; | 7h.30'. 43''; |
| 7 40 . 0; | 7 40 . 43; |
| 7 50 . 0; | 7 50 . 43; |
| 8 0 . 0; | 8 0 . 43,5; |
| 8 10 . 0; | On n'entendit pas. |
| 8 20 . 0; | 8 20 . 43. |

Le 15 janvier, au matin, on répéta les mêmes observations. Temps calme; légères vapeurs. Baromètre = 25 p. 9 lig. = $0^m,697$. Therm. = 20°,0 Réaum. = 25°,0 centig.

| On aperçoit la lumière. | On entend le bruit. |
|---|---|
| 4h.0'. 0''; | 4h.0'. 43'',5; |
| 4 10 . 0; | 4 10 . 43; |
| 4 20 . 0; | 4 20 . 43,5; |
| 4 30 . 0; | 4 30 . 43,5; |
| 4 50 . 0; | 4 50 . 43,5. |

*Le canon toujours en* B; *l'observateur en* F. *Distance* = 29558 *pieds.*

Le 16 janvier, à la nuit tombante. Barom. = 25 p. 9 lig. = $0^m,697$. Therm. = 20°,0 R. = 25°,0 c. En *F*, le vent était très-faible et soufflait du nord-est. Il était un peu plus fort en *B*; mais il paraissait venir du sud-ouest. L'azimuth de *B*, vu de *F*, et compté du nord à l'ouest, était de 72°. Le vent, aux deux stations, était presque perpendiculaire à la ligne *B F*, qui les joignait, et n'a pas dû influer sensiblement sur l'exactitude des résultats.

| On voit la lumière. | On entend le bruit. |
| --- | --- |
| $8^{h}\ 0'.0''$; | $8^{h}\ 0'.26''$; |
| 8 10 . 0 ; | 8 10 . 26 ; |
| 8 20 . 0 ; | 8 20 . 26 ; |
| 8 30 . 0 ; | 8 30 . 26 ; |
| 8 40 . 0 ; | 8 40 . 26. |

*Le canon en* B; *l'observateur en* C. *Distance* = 13841 *pieds.*

Le 17 janvier, au soir. Baromètre 25 pouc. 9 lig. $= 0^{m},697$. Thermomètre $= 18^{o}$, Réaum. $= 22^{o},5$. Temps clair; vent S. O. assez fort. L'azimuth de *B* sur l'horizon de *C*, compté du nord à l'ouest, est de $20^{o}$. Le vent a donc pu retarder d'une petite quantité la transmission du son.

| On voit la lumière. | On entend l'explosion du canon. |
| --- | --- |
| $7^{h}\ 30'.0''$; | $7^{h}\ 30'.13''$; |
| 7 35 . 0 ; | 7 35 . 12 ; |
| 7 40 . 0 ; | 7 40 . 12 ; |
| 7 45 . 0 ; | 7 45 . 12 ; |
| 7 50 . 0 ; | 7 50 . 12. |

Tels sont les détails qui accompagnent les observations de MM. Espinosa et Bauza. Ces officiers font remarquer que si le vent a exercé quelque influence, ça n'a pu être que dans les dernières épreuves, et qu'alors même sa direction était presque perpendiculaire à la ligne suivant laquelle le son se propageait. Quoi qu'il en soit, voici les résultats des diverses suites d'expériences.

| | Distances. | Temps écoulé. | Vitesse par seconde. | Barom. | Thermom. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1re obson. | 43365 pieds. | 38″,0 | $190^T,2 = 370^m,7$ | $0^m,697$ | 21°,3 cent. |
| 2e obs. | 50316 | 43,3 | $193,6 = 377,3$ | *Id.* | 25,0. |
| 3e obs. | 29558 | 26,0 | $189,5 = 369,3$ | *Id.* | 25,0. |
| 4e obs. | 13841 | 12,2 | $189,1 = 368,6$ | *Id.* | 22,5. |

Moyenne de toutes les déterminations....... $= 190^T,6 = 371^m,5$ 23°,5

Mais si l'on se bornait aux deux premières qui doivent être les plus certaines, puisqu'elles sont déduites d'un temps plus long, on trouverait $191^T,9 = 374^m,0$ pour une température de 23°,2 centigrades.

---

Nous nous étions proposé de comparer ces observations à celles qui ont été faites dans d'autres pays, afin d'apprécier les circonstances qui peuvent faire varier le développement de chaleur à l'aide duquel un géomètre illustre a cherché à concilier les résultats de la théorie et ceux de l'expérience; mais malheureusement les observateurs ont presque toujours négligé de noter les circonstances atmosphériques. Nous chercherons toutefois à y suppléer autant que possible, et nous reviendrons sur cet objet dans le Cahier prochain. (R.)

---

# EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

## *Séance du lundi* 5 *janvier* 1818.

L'ACADÉMIE a nommé M. Vauquelin vice-président.

Au nom d'une Commission, M. Fourier lit le rapport et le programme relatifs au prix de statistique. Nous les publierons lorsque l'Académie les aura fait connaître dans sa séance publique du mois de mars.

On va au scrutin pour élire un correspondant dans la section de Physique. M. Thomas Young, secrétaire de la Société royale de Londres, réunit la presque totalité des suffrages.

On nomme au scrutin les commissions chargées d'examiner les Mémoires envoyés au concours pour les prix de physique, de mathématiques et de chimie.

## *Séance du lundi* 12 *janvier.*

Une partie de la séance a été employée à la nomination des commissions qui doivent rédiger les programmes des prix pour l'année prochaine, et décerner la médaille de Lalande.

M. Percy rend un compte verbal de plusieurs ouvrages et recueils de médecine.

## *Séance du lundi* 19 *janvier.*

M. Pons, directeur-adjoint de l'Observatoire de Marseille, annonce qu'il a découvert une nouvelle comète.

Plusieurs dissertations et machines ont été renvoyées à des commissions qui en rendront compte à l'Académie.

M. Cauchy lit un Mémoire sur l'intégration d'une Classe particulière d'équations différentielles.

On lit un écrit de M. Lacoste, médecin, intitulé : *Essai sur les moyens de diminuer la violence des orages, et de prévenir la formation de la grêle.* Nous attendrons le rapport des commissaires pour en parler.

*Séance du lundi 26 janvier.*

Le Ministre de l'Intérieur demande à l'Académie de lui désigner un candidat pour la place de second professeur adjoint à l'École de pharmacie de Montpellier.

M. Desvaux adresse un Mémoire *sur les Glandes dans les végétaux.*

M. Vauquelin lit un Mémoire *sur l'Influence des métaux dans la production du potassium à l'aide du charbon.* (*Voyez* plus haut, page 32.)

On lit une lettre de M. Dupin renfermant l'analyse d'un ouvrage que ce savant a composé, sous le titre de: *Premier Voyage en Angleterre.* Nous ne pourrons, pour le moment, en rapporter ici que quelques passages.

M. Dupin décrit d'abord les bassins ou *docks* où l'on reçoit les bâtimens qui abordent à Londres après un voyage de long cours. Ces *docks* diffèrent essentiellement de ceux du même genre qui ont été exécutés en France. Au lieu d'être, comme les nôtres, bornés par des murs à faces planes, inclinées ou verticales, et formées

par assises horizontales, ces murs sont concaves à l'extérieur, c'est-à-dire, du côté des eaux, et convexes du côté des terres : les assises ont leurs plans de joint perpendiculaires à ces surfaces. Les pilotis sont de même plantés perpendiculairement à la face inférieure de l'assise la plus basse.

L'entrée des écluses est bâtie suivant un système analogue et non moins avantageux.

Enfin, les ventaux ou portes d'écluse, au lieu d'être formés par deux massifs plans et busqués en coin, sont formés par deux cylindres verticaux dont la convexité forme voûte pour résister à la poussée de l'eau.

M. Dupin démontre géométriquement, sous les rapports de l'économie et de la solidité, l'avantage de ces formes curvilignes sur nos formes rectilignes.

Les travaux des constructions hydrauliques en Angleterre sont distingués par un emploi constant de la machine à vapeur pour les épuisemens et pour toutes les manœuvres qui demandent d'exercer de grands et longs efforts dans un même espace.

Le déblai des terres, le transport des pierres, du sable, de la chaux, tout est fait par de petits chariots à quatre roulettes traînés par un seul cheval sur des routes en fer, composées d'élémens qu'on place et qu'on déplace avec la plus grande facilité : l'avantage de ces routes est immense. L'Angleterre leur doit une partie de sa richesse. Jamais, sans elles, le charbon, les minerais, les matières premières de tout genre n'auraient pu être transportées à de grandes distances, avec une dépense presque nulle.

Les excavations sous l'eau, quand le fond est vaseux ou sablonneux, sont faites par des chapelets établis sur

des bateaux et mis en mouvement par la machine à vapeur.

M. Dupin cite comme un modèle de curage d'entretien, celui des docks des Indes occidentales.

Un bateau à curer portant sa machine à vapeur est conduit dans toutes les parties du dock où il est nécessaire d'opérer; les maries-salopes, à mesure qu'elles sont chargées de vase par le chapelet du bateau, viennent se placer au-dessous d'un nouveau chapelet mu, sur le bord du dock, par une machine à vapeur établie fixement sur le rivage; la vase est, de la sorte, élevée et déchargée dans un coursier fixe qui traverse le mur d'enceinte de l'établissement, et répand comme un torrent cette vase dans un terrain vague de la presqu'île des Docks. Ce système de curage est, comme on voit, très-simple, parfaitement entendu et d'une grande économie.

Au moyen d'un bateau portant un chapelet mu par l'action de la vapeur, on a creusé, curé des bassins; on a rendu navigables des rivières qui ne l'étaient pas, et l'on a fait disparaître des barrages qui obstruaient en certains endroits le cours des fleuves les plus importans.

Une autre machine non moins remarquable employée dans tous les grands travaux hydrauliques, c'est la cloche à plongeur. Elle a la forme d'un tronc de pyramide, quadrangulaire, dont la grande base est ouverte et tournée vers le bas. Dans l'intérieur de ce tronc de pyramide, deux hommes, assis chacun sur un banc, peuvent se lever et travailler à leur aise. Dix verres lenticulaires, incrustés dans la base supérieure de la cloche,

réunissent et réfractent assez de lumière pour éclairer à une grande profondeur sous l'eau.

Une grande machine pneumatique qui ressemble aux pompes à incendie sert, au moyen d'un long tuyau de cuir, à porter incessamment de l'air nouveau sous la cloche.

Tantôt cette cloche est suspendue par une moufle à un treuil mobile sur deux systèmes de barres dentées, qui par leur direction représentent des axes coordonnés rectangulaires. Par leur moyen, on place le centre de la cloche sur telle verticale qu'on desire ; puis on la monte, on la descend à volonté, par le secours de la moufle et du treuil : c'est, comme on voit, de la géométrie à trois dimensions appliquée aux travaux des arts.

L'appareil dont nous parlons est employé pour bâtir la partie des murs de quai qui se trouve sous l'eau, sans avoir besoin de recourir aux dispendieuses méthodes d'asséchement par bâtardeaux.

Tantôt la cloche est suspendue à la poupe d'un bâtiment qui la transporte où l'on veut. Cet appareil est employé pour enlever dans les rivières, les rades, les ports et les bassins, tous les objets volumineux tombés sous l'eau : des ancres, des canons, des débris de vaisseaux naufragés, etc.

On emploie encore cet appareil pour faire sauter par la mine, des rochers cachés sous l'eau et dangereux pour la navigation.

C'est auprès de Londres que M. Brunel, notre compatriote, a établi un atelier où l'on voit des scies circulaires qui servent à débiter d'énormes pièces d'acajou, en feuillets de deux ou trois millimètres d'épaisseur. Ce

travail se fait avec tant de perfection que les ébénistes n'ont, pour ainsi dire, pas besoin de raboter les feuillets qui sortent de la scierie. Ils n'ont qu'à les frotter pour faire disparaître les aspérités, et ils sont alors parfaitement plans. La plus grande des scies de M. Brunel a près de six mètres de diamètre.

L'ouvrage de M. Dupin renferme une description détaillée des presses hydrauliques de Bramah, et spécialement de leur application à l'aplanissement des bois. Une roue horizontale est armée de trente-deux gouges également espacées, et de deux rabots situés aux extrémités d'un diamètre de cette roue que fait tourner, au besoin, une machine à vapeur. La pièce de bois qu'il faut aplanir se meut en ligne droite sur un chariot que fait avancer uniformément une presse hydraulique pareillement mue par la machine à vapeur. Si donc la pièce de bois avance d'un centimètre pendant que la roue fait une demi-révolution, seize gouges auront tracé sur le bois seize rainures distinctes, sur une largeur d'un centimètre seulement, et les quinze aspérités légères qui séparent ces seize rainures seront emportées par un coup du rabot qui suit les seize gouges. En moins d'une minute on aplanit ainsi les flasques du plus grand affût de marine.

Une presse hydraulique particulière sert à élever plus ou moins l'axe vertical de la roue armée des gouges, afin de pouvoir aplanir des pièces de bois plus ou moins épaisses.

M. Brunel a établi, dans l'arsenal de Woolwich, des scies de long mues par la pompe à feu, remarquables d'abord en ce que leur appareil n'est presque composé

que de fer et de cuivre; ensuite parce que la transmission et la suspension des mouvemens s'opèrent avec une grande précision et une grande simplicité : ces scies sont animées d'une extrême vitesse, et leur travail est immense.

Chatham devait particulièrement intéresser l'auteur, puisque c'est là que M. Seppings a mis pour la première fois en pratique les améliorations qu'on lui doit dans la construction des vaisseaux, savoir : la substitution des *pièces obliques* aux *pièces intérieures*, *longitudinales et verticales* (les vaigres et les porques), qui, dans le système ancien, composent la membrure. (*Voyez* tome V, page 411.) « Pour arriver à son but, nous » dit M. Dupin, M. Seppings eut à triompher de ces » nombreux et vénérables axiomes consacrés par l'or- » gueil de nos ancêtres, et religieusement conservés par » l'amour-propre de leurs neveux : que les vaisseaux » anglais naviguent fort bien et durent assez long-temps » tels qu'ils sont aujourd'hui; qu'il serait téméraire et » déraisonnable de rien innover dans un si parfait ordre » de choses, adopté par tant de peuples, pratiqué depuis » si long-temps! Et des nains, appuyés sur leurs petites » colonnes d'Hercule, s'écriaient qu'enfin, Dieu merci! » l'art avait atteint l'heureuse époque où l'on ne peut » plus faire un pas au-delà des bornes posées. Mais » M. Seppings est un de ces hommes tenaces qui n'enten- » dent pas raison contre leur système. Il avait des amis » puissans hors du corps des Master Shipwrigths ; il ob- » tint d'autorité ce qu'il ne pouvait pas obtenir par la » persuasion, et rendit par force à la marine anglaise un » des services les plus signalés qu'elle ait jamais reçus.

» J'ai tâché de faire connaître en France les véritables

» avantages du système de M. Seppings : j'ai trouvé plus
» d'obstacles que lui, et moins heureux, je n'en ai pas
» triomphé. J'ai donné des démonstrations; mais cela
» était vain comme de la théorie; des calculs, mais l'on
» eût dit que je traitais des quantités imaginaires; enfin,
» quand j'ai voulu m'appuyer de l'expérience, on m'a
» dit qu'en Angleterre on abandonnait à présent le sys-
» tème que je voulais faire adopter en France.

» Je suis donc allé en Angleterre, et j'ai vu, *de mes*
» *yeux vu*, en 1816, en 1817 et en 1818, des vais-
» seaux sur le point d'être achevés et construits suivant le
» système de M. Seppings; j'en ai vu d'autres à moitié
» construits et travaillés suivant ce système; enfin, j'ai
» vu, dans tous les arsenaux de la Grande-Bretagne, les
» vieux vaisseaux bâtis suivant l'ancien système, amenés
» journellement dans les formes de construction, et ra-
» doubés en grand suivant le système de M. Seppings.

» D'après toutes ces raisons, qui sont la substance de
» ce que j'ai dit et écrit depuis plus de deux ans en
» France et en Angleterre, on croira sans doute que
» M. Seppings et ses sectateurs me regardent comme un
» de leurs prosélytes, et me rangent parmi leurs adeptes:
» bien loin de là! Parce que, tout en reconnaissant
» l'excellence des améliorations dues à cet habile ingé-
» nieur, je soutiens, les faits à la main, que depuis long-
» temps le principe en était connu et même pratiqué
» parmi nous et ailleurs; j'ai beau proclamer et défendre
» le mérite et l'originalité des applications de ce prin-
» cipe, on me range parmi ses détracteurs et les anta-
» gonistes de l'auteur. »

Le défaut d'espace ne nous permettant pas de suivre

aujourd'hui M. Dupin dans les autres ports de la marine militaire et marchande de l'Angleterre, nous terminerons cet extrait par l'indication d'une disposition ingénieuse qu'on trouve dans les formes de construction de Portsmouth.

Au niveau du fond de ces bassins, on a creusé un réservoir assez vaste pour contenir toute l'eau qui environne un vaisseau lorsqu'il est introduit dans la forme. On peut donc, par ce moyen, mettre instantanément le navire à sec, procéder immédiatement à son radoub et pomper à loisir l'eau qu'on a fait écouler dans le réservoir. Cette eau est élevée par une pompe à chapelets, dont les palettes ont plus de six décimètres de diamètre, et est mise en action par une pompe à feu. Ces constructions sont dues au général d'artillerie Bentham.

---

## Analyse *de la Stéatite de Bayreuth* (Specksteins, lapis steatites).

Par MM. Bucholz et R. Brandes.

Ce minéral est composé de :

| | |
|---|---|
| Silice, | 60,12 ; |
| Magnésie, | 30,15 ; |
| Protoxide de fer, | 3,02 ; |
| Oxide de cuivre, | 0,58 ; |
| Eau, | 5,63. |
| | 99,50. |

Cette analyse s'accorde très-exactement avec celle de Klaproth pour la silice, la magnésie et l'eau ; mais elle

s'en écarte beaucoup pour la quantité de fer, et encore plus pour le cuivre qui a échappé entièrement à Klaproth; ce qui n'est pas étonnant d'après le procédé d'analyse qu'il a suivi. (*Journ. de Schweigger.* XX. 277.)

---

## NOTICE *biographique sur le Rév.* William Grégor.

LE Rév. W. Grégor naquit en l'année 1762, dans le comté de Cornouailles, où ses ancêtres avaient tenu un rang distingué pendant une longue suite d'années.

En 1791, il communiqua au *Journal de Physique* l'analyse d'un sable noir trouvé dans la paroisse de Menaccan, à six milles environ au sud de Falmouth. Il reconnut que cette substance contenait à-peu-près la moitié de son poids d'un oxide nouveau, au métal duquel Klaproth donna, quelques années après, le nom de *titane*.

Dans un Mémoire imprimé dans les *Transactions philosophiques* pour 1805, il fit voir qu'un minéral trouvé à Stenna-Gwyn en Cornouailles, et qu'on avait pris pour une variété de zéolithe, était un hydrate d'alumine, ne différant point essentiellement de la wavellite de Barnstaple que sir H. Davy venait d'analyser. En 1809, il communiqua à la Société royale la découverte qu'il avait faite, dans le comté de Cornouailles, de l'arséniate de plomb, et il en donna l'analyse.

Il est mort à Creed le 11 juin 1817. (*Ann. of Phil.* XI. 112.)

## Annonce *d'Ouvrages nouveaux.*

*Traité de Chimie élémentaire, théorique et pratique*; par L. J. Thenard, de l'Académie royale des Sciences, etc.; 2me édition, 4 vol. in-8° (1). A Paris, chez Crochard, libraire, rue de Sorbonne, n° 3. Prix, 26 fr. pour Paris, et 34 fr., franc de port par la poste, pour toute la France.

En annonçant cet ouvrage d'un des chimistes les plus distingués dont s'honore la France, nous cédons particulièrement au desir de témoigner envers l'auteur nos sentimens d'estime et d'amitié. Si M. Thenard était moins connu, nous pourrions entreprendre d'analyser son ouvrage et d'en dire notre opinion; mais il ne nous appartient plus de le juger. M. Thenard a acquis le droit de se faire lire, soit par ses brillantes leçons, soit par l'autorité dont il jouit dans le monde savant. Nous devons nous contenter de dire que cette édition est beaucoup plus complète que la première. La théorie du chlore considéré comme corps simple y est exclusivement adoptée : on y trouve les belles expériences de M. Davy sur la flamme, la description de sa lampe de sûreté, et toutes les nouvelles acquisitions de la chimie.

---

(1) Les deux premiers volumes sont en vente; les deux derniers paraîtront au commencement d'avril.

*Élémens de Pharmacie théorique et pratique*, contenant toutes les opérations fondamentales de cet art ; la manière de bien choisir, de préparer et de mêler les médicamens ; les moyens de reconnaître les médicamens falsifiés ou altérés ; les princpes fondamentaux de plusieurs arts dépendans de la pharmacie, tels que l'art du confiseur, et ceux de la préparation des eaux de senteur, et des liqueurs de table, etc. ; par A. Baumé ; 9me édition revue par M. Bouillon-Lagrange ; 2 vol. in-8° de 1200 pages : chez Crochard, libraire, rue de Sorbonne, n° 3. Prix, 13 fr. pour Paris, et 17 fr., franc de port par la poste, pour les départemens.

Un ouvrage qui est à sa neuvième édition, qui a été réimprimé plusieurs fois depuis la mort de l'auteur, et dont l'ancienne réputation n'a point encore été effacée au milieu des progrès immenses de la chimie, n'a point besoin de recommandation pour être accueilli. S'il sert de guide à tous les pharmaciens, il doit cet avantage à la clarté de rédaction, à l'exactitude des descriptions, et sans doute aussi à l'habileté bien connue de Baumé, auquel elle a acquis une juste renommée et lui a valu de faire autorité. Il est même à desirer que pour un art tel que la pharmacie, dont la plupart des préparations sont variables, et qui intéresse si fortement la santé de l'homme, l'ouvrage de Baumé continue à servir de conseil et de guide, jusqu'à ce qu'un autre pharmacien non moins habile, profitant des connaissances acquises, mette la pharmacie d'accord avec les progrès de la chimie. L'édition que nous annonçons nous paraît l'emporter sur les dernières par une plus grande netteté d'impression, et par les additions que M. Bouillon-Lagrange y a faites, au nombre desquelles se trouvent des formules pour la composition de quatorze eaux minérales.

*Description des Appareils à fumigations établis, sur les dessins de M. d'Arcet, à l'hôpital Saint-Louis, en* 1814, *pour le traitement des maladies de la peau;* brochure in-4° de 30 pages, avec 9 planches. A Paris, chez Mme Huzard, rue de l'Eperon, n° 7. 1818.

Cet opuscule est destiné à faire connaître les appareils à fumigations sulfureuses qui ont été introduits dans un grand nombre d'hôpitaux de Paris, pour le traitement de la gale, des dartres et des autres maladies de la peau. Les frais de construction pour un appareil à douze places peuvent être évalués à 1500 fr.; ceux d'un appareil à une place sont de 350 fr. Dans celui-ci, une fumigation, tout frais compris, coûte 6 centimes : or, comme il est reconnu que dix fumigations sulfureuses, terme moyen, suffisent pour la guérison complète d'une gale simple, la dépense totale pour le traitement d'une maladie de cette espèce ne surpasse pas 60 centimes (12 sous). De 1814 à 1817, on a donné, dans le seul hôpital Saint-Louis, 66486 fumigations.

Le même appareil peut servir à donner des bains d'air sec et chaud; des bains d'air chaud et saturé de vapeur d'eau; des bains d'acide sulfureux, ou de tout autre acide sec ou saturé d'eau; des bains d'hydrogène sulfuré; des fumigations mercurielles, aromatiques, spiritueuses, etc.

---

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Janvier* 1818.

| JOURS. | 9 HEURES DU MATIN | | | MIDI. | | | 3 HEURES DU SOIR. | | | 9 HEURES DU SOIR. | | | THERMOMÈTRE. | | ÉTAT DU CIEL à midi. | VENTS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Barom. à 0°. | Therm extér. | Hygr. | Barom. à 0°. | Therm extér. | Hygr. | Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | maxim. | minim. | | |
| 1 | 756,47 | — 3,9 | 52 | 756,04 | — 1,1 | 41 | 755,63 | — 0,5 | 45 | 756,07 | — 3,5 | 63 | — 0,5 | — 4,7 | Légers nuages. | N. E. |
| 2 | 754,79 | — 3,7 | 56 | 753,70 | — 1,0 | 38 | 752,59 | — 0,0 | 39 | 751,35 | — 1,6 | 54 | — 0,0 | — 4,6 | Beau ciel. | N. E. |
| 3 | 749,10 | + 0,7 | 62 | 748,99 | + 2,6 | 59 | 749,15 | + 1,7 | 64 | 750,21 | + 1,7 | 67 | + 2,6 | + 0,5 | Pluie. | S. E. |
| 4 | 750,06 | + 3,8 | 68 | 751,67 | + 5,9 | 63 | 752,87 | + 5,1 | 65 | 755,60 | + 1,7 | 68 | + 5,9 | + 1,7 | Pluie fine. | S. O. |
| 5 | 753,99 | + 1,7 | 66 | 751,76 | + 4,2 | 61 | 749,55 | + 4,6 | 57 | 749,72 | + 3,5 | 65 | + 4,6 | + 0,5 | Quelques éclaircies. | S. E. |
| 6 | 756,88 | + 3,5 | 64 | 758,90 | + 5,0 | 64 | 761,17 | + 4,3 | 62 | 765,16 | + 3,7 | 59 | + 5,0 | + 3,5 | Brouillards épais. | N. O. |
| 7 | 768,33 | + 2,0 | 62 | 767,33 | + 4,5 | 50 | 766,41 | + 4,2 | 53 | 764,78 | + 2,0 | 62 | + 4,5 | + 1,2 | Nuageux. | S. O. |
| 8 | 763,44 | + 6,0 | 61 | 764,51 | + 7,4 | 40 | 765,51 | + 6,2 | 35 | 767,36 | + 1,8 | 58 | + 7,4 | + 1,5 | Très-nuageux. | O. |
| 9 | 767 17 | + 1,5 | 64 | 765,36 | + 4,7 | 53 | 763,73 | + 4,7 | 52 | 760,77 | + 5,2 | 66 | + 5,2 | + 0,2 | Quelques éclaircies. | S. |
| 10 | 759,62 | + 7,0 | 64 | 758,71 | + 9,5 | 65 | 758,58 | + 9,6 | 65 | 753,70 | + 8,7 | 65 | + 9,6 | + 6,5 | Brouillard. | S. |
| 11 | 758,76 | + 6,5 | 65 | 758,18 | +10,5 | 91 | 757,27 | +10,5 | 91 | 755,46 | + 9,0 | 91 | +10,5 | + 8,7 | Pluie par intervalles. | S. O. |
| 12 | 760,38 | + 4,5 | 83 | 761,78 | + 7,2 | 80 | 764,03 | + 7,5 | 79 | 765,39 | + 5,5 | 86 | + 7,5 | + 3,5 | Très-nuageux. | O. |
| 13 | 762,77 | + 6,9 | 84 | 761,88 | + 9,2 | 83 | 761,44 | + 9,4 | 83 | 762,16 | + 7,4 | 87 | + 9,4 | + 6,0 | Couvert. | S. S. O. |
| 14 | 762,83 | + 8,7 | 84 | 761,87 | +10,2 | 83 | 760,58 | +10,7 | 81 | 761,88 | + 9,5 | 85 | +10,7 | + 8,0 | Couvert. | S. S. O. |
| 15 | 760,65 | + 9,0 | 84 | 759,81 | +10,5 | 82 | 759,56 | +10,2 | 82 | 761,37 | +10,7 | 82 | +10,7 | + 8,7 | Très-couvert. | S. O. fort |
| 16 | 761,33 | +11,1 | 90 | 761,02 | +12,1 | 89 | 760,46 | +10,2 | 88 | 753,36 | + 9,7 | 83 | +12,2 | + 9,7 | Couvert. | O. fort. |
| 17 | 756,34 | +10,0 | 84 | 758 27 | + 5,9 | 85 | 758,84 | + 5,0 | 79 | 760,73 | + 2,7 | 85 | +10,0 | + 2,0 | Pluie. | O. |
| 18 | 761,43 | + 2,9 | 85 | 761,14 | + 7,1 | 78 | 761,35 | + 7,0 | 78 | 764,78 | + 3,8 | 84 | + 7,1 | + 1,5 | Couvert. | S. O. |
| 19 | 771,39 | + 1,7 | 83 | 772,12 | + 3,5 | 80 | 772 08 | + 5,7 | 76 | 772,63 | — 0,1 | 82 | + 5,7 | — 0,1 | Beau ciel. | O. |
| 20 | 771,00 | — 1,2 | 82 | 769,77 | + 1,7 | 82 | 768,15 | + 2,4 | 80 | 766,04 | — 1,2 | 82 | + 2,4 | — 3,0 | Légers nuages. | S. |
| 21 | 762,12 | + 1,0 | 83 | 762,09 | + 4,1 | 83 | 762,85 | + 4,1 | 84 | 765,51 | + 0,7 | 90 | + 4,1 | — 2,5 | Couvert. | S. |
| 22 | 764,03 | + 0,1 | 94 | 762,24 | + 2,5 | 94 | 760,32 | + 3,1 | 91 | 756,66 | + 4,8 | 91 | + 5,2 | — 0,2 | Brouillard épais. | S. |
| 23 | 756,96 | + 4,4 | 87 | 756,42 | + 7,2 | 80 | 755,00 | + 7,5 | 76 | 754,95 | + 5,6 | 83 | + 5,7 | + 3,1 | Très-nuageux. | O. |
| 24 | 750,94 | + 5,9 | 83 | 746,62 | + 6,2 | 83 | 741,94 | + 5,6 | 83 | 749,71 | + 5,7 | 84 | + 6,2 | + 5,6 | Pluie. | S. O. |
| 25 | 757,68 | + 2,7 | 85 | 759,36 | + 5,6 | 75 | 760,45 | + 5,0 | 75 | 761,62 | + 1,2 | 81 | + 5,6 | + 0,2 | Très-nuageux. | N. O. |
| 26 | 760,10 | + 5,1 | 83 | 759,42 | + 6,5 | 83 | 757,74 | + 8,3 | 82 | 756,71 | + 6,8 | 83 | + 8,3 | + 4,4 | Pluie. | S. O. |
| 27 | 759,40 | + 6,5 | 83 | 759,69 | + 7,9 | 80 | 758,57 | + 7,5 | 83 | 756,08 | + 8,5 | 88 | + 8,5 | + 5,9 | Nuageux. | O. |
| 28 | 751,19 | +10,2 | 87 | 751,22 | + 9,2 | 86 | 751,14 | + 7,0 | 86 | 753,99 | + 4,4 | 85 | +10,2 | + 4,4 | Couvert. | S. O. |
| 29 | 757,03 | + 2,6 | 85 | 755,83 | + 6,2 | 80 | 753 34 | + 6,0 | 85 | 746,93 | + 5,3 | 87 | + 6,2 | + 0,7 | Légers nuages. | O. |
| 30 | 742,90 | + 6,7 | 85 | 741,45 | + 8,9 | 75 | 739,58 | + 8,1 | 78 | 739,44 | + 5,4 | 82 | + 8,9 | + 5,2 | Très-nuageux. | S S. O. f. |
| 31 | 744,14 | + 4,9 | 82 | 745,15 | + 6,1 | 73 | 746,85 | + 3,7 | 80 | 749,88 | + 2,7 | 80 | + 6,1 | + 2,6 | Très-nuageux. | O. |
| 1 | 757,98 | + 1,9 | 62 | 757,70 | + 4,2 | 54 | 757,52 | + 4,0 | 54 | 757,97 | + 2,3 | 63 | + 4,4 | + 0,6 | Moyennes du 1 au 10. | |
| 2 | 762,69 | + 6,3 | 82 | 762,58 | + 7,8 | 83 | 752,38 | + 7,9 | 82 | 762,88 | + 5,7 | 85 | + 8,6 | + 4,5 | Moyennes du 11 au 20. | |
| 3 | 755,13 | + 4,5 | 85 | 754,54 | + 6,4 | 81 | 753,43 | + 6,0 | 82 | 753,77 | + 4,6 | 85 | + 7,0 | + 2,7 | Moyennes du 21 au 31. | |
| | 758,49 | + 4,2 | 74 | 758,14 | + 6,1 | 73 | 757,63 | + 5,9 | 70 | 758,06 | + 4,2 | 78 | + 6.0 | + 2,6 | Moyennes du mois | + 4,3. |

# RECHERCHES

## *Sur la Mesure des Températures et sur les Lois de la communication de la chaleur.*

Par MM. Dulong et Petit (1).

### *Introduction.*

Dès l'origine de la physique expérimentale on a senti que, parmi tous les effets produits par la chaleur, les variations qu'éprouvent les corps dans leur volume devaient être préférées à tous les autres phénomènes dus à la même cause, pour mesurer ses vicissitudes naturelles ou artificielles. Toutefois il y avait loin de ce premier aperçu aux connaissances nécessaires pour assujettir la construction des thermomètres à des procédés invariables qui pussent rendre leurs indications comparables entr'elles. Le fréquent emploi de ces instrumens et l'utilité des données qu'ils fournissent ont ramené souvent l'attention des physiciens sur toutes les circonstances qui peuvent contribuer à leur perfectionnement : aussi toutes ces circonstances ont été étudiées avec tant de soin et d'une manière si détaillée qu'il ne reste rien à desirer sur cet objet.

---

(1) Ce Mémoire a obtenu le prix de physique décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique du 16 mars 1818.

Il était indispensable sans doute d'apporter, dans les observations thermométriques, une grande précision; mais cela ne suffit pas pour conduire à une connaissance approfondie de la théorie de la chaleur. On pourrait, à la vérité, rapporter la marche de tous les phénomènes à une échelle arbitraire de température, et chercher des formules empyriques qui représentent exactement les observations; mais on ne peut espérer de découvrir les propriétés les plus générales, ou, si l'on veut, les lois les plus simples de la chaleur, que lorsqu'on aura comparé la marche des thermomètres construits avec des substances prises dans les trois états dont la matière est susceptible, et lorsqu'on aura déterminé les quantités de chaleur correspondantes.

Quoique ce sujet de recherche ait dû naturellement se présenter à l'esprit de presque tous les physiciens, on doit convenir qu'il n'a pas encore été traité d'une manière convenable, si l'on a égard à son importance. Les essais de Deluc et de Crawford n'embrassent qu'une étendue trop limitée de l'échelle thermométrique pour qu'il soit permis d'en déduire aucune conséquence générale. C'est, au reste, un défaut commun à presque tous les travaux relatifs à la théorie de la chaleur, et qui est devenu la source de tant d'inductions erronées. On conçoit facilement, en effet, que des phénomènes assujettis à des lois fort différentes peuvent avoir une marche en apparence identique dans un certain intervalle de température, et que si l'on se contente de les observer entre les limites où leur divergence est presqu'insensible, on sera porté à attribuer leurs faibles écarts aux erreurs d'observation, et l'on manquera des données nécessaires

pour remonter à leur véritable cause. Plusieurs fois, dans le cours de ce Mémoire, nous aurons l'occasion de montrer la justesse de cette réflexion.

M. Dalton, en considérant la même question sous un point de vue beaucoup plus élevé, a essayé d'établir des lois générales applicables à la mesure de toutes les températures. Ces lois, il faut en convenir, forment un ensemble imposant par leur régularité et leur simplicité. Malheureusement cet habile physicien s'est trop empressé de généraliser des aperçus fort ingénieux, il est vrai, mais qui ne reposaient que sur des évaluations incertaines : aussi n'est-il presqu'aucune de ses assertions qui ne se trouve contredite par les résultats des recherches que nous allons faire connaître.

Ces recherches ont pour objet principal les lois du refroidissement des corps plongés dans un fluide élastique d'une nature quelconque, à une densité et à une température variables. Avant de nous livrer à l'étude de cette classe de phénomènes, il était indispensable d'avoir des idées plus exactes que celles que l'on possède sur la mesure des températures élevées. C'est par l'examen de cette question accessoire, mais d'un haut intérêt par elle-même, que nous avons commencé notre travail : c'est aussi par là que nous en commencerons l'exposition.

Ce Mémoire se composera donc de deux parties très-distinctes : l'une aura pour objet tout ce qui est relatif à la mesure des températures ; la deuxième comprendra les lois générales du refroidissement.

## PREMIÈRE PARTIE.

### *De la Mesure des Températures.*

S'il existait un corps dont les dilatations fussent soumises à une loi assez régulière et assez simple pour que les additions successives de quantités égales de chaleur y produisissent constamment un même accroissement de volume, ce corps réunirait toutes les qualités que les physiciens ont cru ncessaires et suffisantes pour constituer un thermomètre parfait.

Un tel instrument pourrait cependant ne pas offrir tous les avantages qu'il paraît d'abord promettre. En effet, s'il arrivait, par exemple, que le calorique spécifique de toutes les autres substances, rapporté à ce thermomètre, fût variable et inégalement variable dans chacune d'elles, il est bien évident que l'on ne pourrait rien conclure, *à priori*, de l'indication de ce thermomètre relativement aux quantités de chaleur acquises ou perdues par une variation déterminée de température.

On voit donc que le premier pas à faire dans cette recherche doit être de constater si les capacités d'un grand nombre de corps, prises avec une même échelle, varient de la même manière; et si les dilatations des substances qui diffèrent le plus par leur nature sont soumises aux mêmes lois. Cette dernière comparaison par laquelle nous commencerons étant susceptible d'une plus grande exactitude que la première, nous lui avons donné beaucoup plus d'extension, et nous croyons n'avoir rien négligé de ce qui pouvait contribuer à l'exactitude des résultats.

*De la Dilatation des Gaz.*

Quand on n'a pour but que d'établir une comparaison générale entre les dilatations de tous les corps, la substance thermométrique à laquelle on rapporte toutes les mesures peut être prise d'une manière arbitraire. La construction plus facile et l'usage plus commode du thermomètre à mercure nous ont déterminés à l'employer dans presque toutes nos expériences.

La comparaison de ce thermomètre avec le thermomètre à air a été faite depuis long-temps par M. Gay-Lussac, entre les limites de la glace fondante et de l'eau bouillante. Il résulte des expériences de ce célèbre physicien que la marche des deux instrumens ne présente pas de divergence sensible dans cet intervalle de température.

M. Dalton pense, au contraire, que le thermomètre à mercure serait en avance de 1° environ sur le thermomètre à air vers le milieu de l'échelle où la différence devrait évidemment être la plus forte, puisque les deux instrumens s'accordent à 0° et à 100°.

On voit, d'après cela, que s'il existe réellement une différence entre les dilatabilités du mercure et de l'air, elle doit être très-faible entre les limites de la glace fondante et de l'eau bouillante.

Nous avons d'abord poursuivi cette comparaison pour les températures inférieures. Dans une première expérience faite à —20°, nous avons encore trouvé une identité parfaite entre les indications des deux instrumens; et, par un grand nombre d'observations faites de —30° à —36°, nous avons remarqué des différences

légères, mais tantôt positives et tantôt négatives, de manière que la moyenne de toutes les mesures prises simultanément sur les deux instrumens se trouve être la même pour chacun d'eux (1). Ainsi, dans une étendue de plus de 130°, l'écart des deux échelles que nous comparons est assez faible pour se confondre avec les erreurs d'observation (2).

Rien n'est plus facile que ce genre d'expériences tant qu'on ne va pas au-delà du point de l'ébullition de l'eau;

---

(1) Afin de faire juger du peu d'écart des déterminations partielles, nous rapportons ici quelques-unes de celles qui ont été prises entre —36° et —30°.

| Thermomètre à mercure. | Thermomètre à air corrigé de la dilatation du verre. |
|---|---|
| —36°,29; | —36°,18; |
| — 34,72; | — 34,84; |
| — 33,31; | — 33,40; |
| — 32,27; | — 32,13; |
| — 31,63; | — 31,54; |
| — 31,26; | — 31,04; |
| — 30,46; | — 30,59; |
| — 29,68; | — 29,64. |
| Moyen. = — 32,452. | Moyenne = — 32,420. |

(2) Le nombre très-considérable d'expériences que nous aurons à rapporter dans ce Mémoire ne nous permet pas d'entrer dans les détails relatifs à chacune d'elles. Nous nous contenterons donc de donner les résultats obtenus dans chaque cas, en supprimant tous les calculs intermédiaires qui y conduisent.

mais lorsqu'on veut suivre cet examen dans les températures très-élevées, on rencontre d'assez grandes difficultés qui tiennent en partie à ce que l'on ne trouve plus de terme fixe de température, et que la vitesse du refroidissement des masses liquides dans lesquelles se fait l'expérience finit par devenir extrêmement rapide. Pour cette raison, et plusieurs autres qu'il est inutile d'énumérer, on est obligé d'avoir recours à des procédés plus longs et plus compliqués. Ceux que nous avons adoptés, après avoir étudié soigneusement toutes les causes d'erreur que l'on pouvait commettre, nous paraissent atteindre la plus grande précision possible dans les recherches de cette nature. Nous nous dispenserons cependant d'en rapporter ici la description détaillée, parce qu'ils diffèrent très-peu de ceux que nous avons déjà fait connaître dans un Mémoire imprimé dans le tome II des *Annales de Chimie et de Physique*, page 240 (1). Nos résultats, qui sont inscrits dans le ta-

---

(1) De tous les moyens indiqués dans ce Mémoire pour la mesure de la dilatation de l'air, nous ne rappellerons que le suivant, qui a été le plus fréquemment employé.

L'air est renfermé dans un tube parfaitement desséché, qu'on place horizontalement dans un bain d'huile fixe dont on élève graduellement la température. Ce tube se termine en dehors de la cuve par un tube très-fin dont la capacité intérieure n'est qu'une fraction négligeable du volume total. Quand l'air a atteint la température qu'on veut lui communiquer, on ferme, à l'aide d'un chalumeau, la pointe effilée du tube; on le retire ensuite du bain, et lorsqu'il a repris la température de l'air environnant, on en casse la pointe dans un vase plein de mercure. Une portion de ce liquide

bleau ci-dessous, s'approchent beaucoup de ceux du Mémoire que nous venons de citer, dans les températures communes aux deux tableaux; mais le suivant embrasse à très-peu près l'échelle complète du mercure depuis la congélation jusqu'à l'ébullition de ce liquide, c'est-à-dire, un intervalle d'environ 400°.

*Tableau* n° 1.

| Températures indiquées par le thermomètre à mercure. | Volumes correspondans d'une même masse d'air. | Températures indiquées par un thermom. à air, et corrigées de la dilatation du verre. |
|---|---|---|
| — 36; | 0,8650; | — 36°; |
| 0; | 1,0000; | 0; |
| 100; | 1,3750; | 100; |
| 150; | 1,5576; | 148,70; |
| 200; | 1,7389; | 197,05; |
| 250; | 1,9189; | 245,05; |
| 300; | 2,0976; | 292,70; |
| Ebullition du mercure, 360; | 2,3125; | 350,00. |

rentre alors dans le tube. En en comparant le poids à celui du mercure qui remplit entièrement le même tube, on peut très-aisément calculer la dilatation de l'air en tenant compte toutefois des changemens de pression.

Ce procédé ne doit subir qu'un léger changement lorsqu'on opère sur un gaz différent de l'air. La pointe effilée du tube doit alors être recourbée et plongée dans une capsule pleine de mercure. Tant que la température s'élève, une portion du gaz se répand dans l'air extérieur; mais dès que le *maximum* de chaleur est passé et que le refroidissement commence, le mercure rentre peu à peu dans le tube jusqu'à ce que le bain ait repris la température de l'air environnant. Le calcul est donc le même que dans le cas de l'air, et la seule température à mesurer est celle du *maximum*, qu'on peut obtenir avec une grande précision.

Les températures indiquées dans la troisième colonne ont été corrigées de la dilatation du verre, que nous ferons bientôt connaître.

Il existe une très-grande discordance entre les nombres indiqués par divers physiciens pour le point d'ébullition du mercure sur sa propre échelle. Cela vient en partie du soin plus ou moins grand que chaque observateur a mis dans la construction de ses instrumens, et surtout de l'inexactitude de la correction qu'on est obligé de faire pour la partie de la tige qui n'est pas plongée dans le liquide. Le moyen dont nous avons fait usage dispense de cette correction. Au lieu de mesurer immédiatement l'augmentation de volume de la même masse de mercure, comme on le fait dans les thermomètres ordinaires, nous avons déterminé la perte de poids qu'éprouve une masse de mercure capable de remplir un vase de verre à *zéro*, lorsque ce vase est complètement submergé dans le mercure bouillant. Connaissant d'ailleurs la dilatation apparente du mercure dans le verre pour les 100 premiers degrés, on peut, par un calcul très-simple, trouver la température correspondante sur le thermomètre à mercure dont la tige serait à la même température que la boule. Pour empêcher le liquide contenu dans le vase d'entrer en ébullition, on avait eu la précaution de le terminer par un tube vertical très-étroit, de 6 centimètres de longueur. La colonne liquide qu'il contenait ne faisait pas la dix millième partie de la masse totale; mais, par la pression qu'elle exerçait dans l'intérieur du vase, elle s'opposait complètement à la formation des vapeurs. Il est presqu'inutile de dire qu'on avait pris toutes les précautions nécessaires pour ex-

pulser complètement la moindre trace d'air ou d'humidité.

La température correspondante du thermomètre à air a été calculée par un moyen analogue à celui que nous avons constamment employé dans nos expériences sur la dilatation des gaz. Le nombre rapporté dans le tableau précédent est la moyenne de quatre résultats qui ne diffèrent pas entr'eux d'un degré.

Avant d'aller plus loin, nous ferons une remarque assez importante : c'est qu'en calculant les températures d'un thermomètre à air par l'augmentation de volume qu'éprouve la même masse de ce fluide sous une pression constante, on trouve rigoureusement les mêmes résultats que quand on les déduit de la mesure des changemens d'élasticité, le volume restant constant. Ce résultat prouve évidemment que la loi de Mariotte ne cesse jamais d'être exacte, quelle que soit la température.

D'après la belle observation de M. Gay-Lussac, que tous les fluides élastiques se dilatent précisément de la même quantité entre 0° et 100°, il était bien probable que la même uniformité s'observerait dans les températures élevées, et que les nombres rapportés précédemment pour l'air conviendraient à tous les gaz ; cependant, pour ne rien laisser d'incertain dans une matière aussi importante, nous avons fait une expérience sur le gaz hydrogène, qui, comme l'on sait, diffère le plus des autres dans quelques-unes de ses propriétés physiques. Le résultat s'est trouvé compris entre les extrêmes de ceux que nous avions obtenus pour l'air (1). On peut donc

(1) Le volume de l'hydrogène étant 1 à *zéro*, nous l'avons trouvé égal à 2,1003, à la température de 300° sur le ther-

établir en principe que tous les gaz se dilatent absolument de la même manière et de la même quantité pour des changemens égaux de température.

Les déterminations que nous venons de rapporter suffiraient s'il ne s'agissait que de connaître le volume d'un gaz à une température quelconque comptée sur le thermomètre à mercure, ou réciproquement; mais le but que nous nous étions proposé de comparer la marche des dilatations du mercure et de l'air ne se trouve pas encore complètement atteint. En effet, tous les thermomètres à liquide n'indiquent que la différence d'expansion du fluide et du vase qui le contient : or, ces différences ne peuvent être dans les mêmes rapports avec les expansions absolues de ce liquide que dans le seul cas où les accroissemens de volume des deux corps suivraient identiquement la même loi. Si, par exemple, la matière de l'enveloppe se dilatait suivant une loi moins rapide que le fluide qu'elle renferme, il est évident que la marche du thermomètre paraîtrait croissante, lors même que celle du liquide serait uniforme. Dans le cas contraire, il s'établirait une compensation partielle et inégale qui troublerait encore l'exactitude des comparaisons. Il était donc indispensable de chercher à connaître la variation que subissent, dans les températures élevées, les dilatations absolues de l'un des deux corps qui entrent dans la construction du thermomètre à mercure.

---

momètre à mercure. Les valeurs extrêmes du volume occupé par l'air dans les mêmes circonstances sont 2,0948 et 2,1027.

Lorsque l'on considère toutes les difficultés inhérentes à la mesure de l'expansion des solides, quand on ne dépasse même pas le terme de l'eau bouillante, on est effrayé des obstacles bien autrement multipliés qui accompagneraient indubitablement cette même détermination dans les hautes températures. Après un mûr examen de toutes les ressources expérimentales que l'on pouvait espérer de trouver, l'incertitude d'un succès tel que nous le desirions, et l'énorme complication des appareils qu'il aurait fallu employer, nous ont déterminés pour la mesure directe des dilatations absolues du mercure. C'est l'objet du chapitre suivant.

### *De la Dilatation absolue du Mercure.*

La connaissance de la dilatation absolue du mercure est devenue d'une nécessité indispensable lorsque l'on a senti la possibilité de mesurer exactement les hauteurs par le moyen du baromètre. Cette donnée n'est pas moins utile dans un grand nombre d'expériences physiques. Aussi est-il bien peu de déterminations de ce genre qui aient donné lieu à tant de recherches ; mais malgré toutes les précautions que les observateurs ont dû prendre pour apporter, dans cette mesure, l'exactitude dont ils sentaient toute l'importance, on trouve peu d'exemples d'une plus grande discordance dans les résultats. En voici quelques-uns :

*Dilatations absolues du mercure.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dalton, | $\frac{1}{50}$; | Deluc, | $\frac{1}{56}$; |
| Lord Charles Cavendish, | $\frac{1}{53}$; | Général Roy, | $\frac{1}{59}$; |

Shuckburgh, $\frac{1}{54}$;
Lavoisier et Laplace, $\frac{1}{54}$;
Haellstroëm, $\frac{1}{55}$.
Lalande et Delisle, $\frac{1}{66}$;
Casbois, $\frac{1}{67}$.

La plupart de ces déterminations ont été calculées en ajoutant à la dilatation apparente du mercure dans le verre la dilatation propre de ce dernier; et comme on a été pendant long-temps dans une grande incertitude sur la véritable expansion du verre, les résultats précédens devaient nécessairement se ressentir de cette incertitude.

Deluc, Casbois et le général Roy ont essayé de mesurer directement la dilatation réelle du mercure par l'allongement de la colonne barométrique dû à une variation connue de température. Les résultats obtenus par ce procédé sont beaucoup plus inexacts encore. Il serait facile d'en assigner les raisons en discutant les méthodes employées par chacun des physiciens que nous venons de citer; mais il faudrait pour cela entrer dans des détails qui pourraient devenir fastidieux; d'ailleurs, les travaux que nous venons de rappeler ne sont relatifs qu'à des températures au-dessous de 100°; et c'est précisément au-delà de ce terme que nous avions besoin de connaître la dilatation réelle du mercure. Il devenait donc nécessaire d'avoir recours à de nouveaux procédés: celui que nous allons décrire nous paraît susceptible de toute la précision desirable.

Il est fondé sur ce principe incontestable d'hydrostatique, que lorsque deux colonnes liquides communiquent entr'elles par un tube latéral, les hauteurs verticales de ces deux colonnes sont précisément en raison inverse de leurs densités. Si donc on pouvait parvenir

à mesurer exactement les hauteurs de deux colonnes de mercure contenues dans les branches d'un siphon de verre renversé, en maintenant l'une à la glace fondante, par exemple, tandis que l'autre serait portée à une température quelconque bien connue, on en déduirait facilement les dilatations cherchées.

En effet, si $h$ et $h'$ désignent les hauteurs verticales de ces deux colonnes produisant des pressions égales aux températures $t$ et $t'$, on devra avoir, en appelant $d$ et $d'$ les densités correspondantes :

$$hd = h'd'.$$

Or, $d$ et $d'$ sont en raison inverse des volumes $v$ et $v'$ qu'occuperait une même masse du liquide, en la portant successivement aux températures $t$ et $t'$. On a donc :

$$v' = v.\frac{h'}{h}.$$

D'où l'on tire enfin, pour le coefficient moyen de la dilatation entre $t^{o}$ et $t'^{o}$ :

$$\frac{h'-h}{h(t'-t)}.$$

Tout se réduit donc à la mesure exacte des températures et des hauteurs des colonnes; et il est inutile de dire qu'on obtient ainsi la dilatation absolue du liquide, puisque la forme des vases n'influant en rien sur la pression des liquides qui y sont contenus, leurs dilatations ne peuvent pas l'affecter davantage.

Boyle est le premier qui ait indiqué l'usage qu'on pourrait faire de ce principe pour comparer entr'elles les densités des liquides. Plusieurs physiciens ont pensé

depuis à l'appliquer à la mesure des dilatations, et il est probable que cette méthode très-rigoureuse serait d'un emploi facile dans les basses températures. Mais quand on veut la mettre en pratique pour les températures de 300° et au-delà, elle ne laisse pas d'être très-laborieuse.

Afin de rendre plus claire l'explication de l'appareil que nous avons employé, nous en avons dessiné une perspective (*planc.* 1re, *fig.* 1), dans laquelle on ne voit que les pièces essentielles, le reste pouvant être facilement suppléé.

Le tube recourbé qui contient le mercure se compose de deux branches verticales $AB$ et $A'B'$, communiquant ensemble par un tube horizontal $BB'$ exactement dressé, et conservant, dans toute son étendue, la même épaisseur de verre et le même diamètre intérieur. On avait eu soin de constater par un essai préliminaire, que la pression se transmettait sans aucun obstacle d'une des colonnes à l'autre par le tube horizontal, et que le frottement du mercure contre les parois n'empêchait pas le niveau de se rétablir lorsque l'équilibre avait été troublé.

Chacune des deux branches verticales est formée, ainsi qu'on le voit sur la *figure*, par l'assemblage de deux tubes de calibres très-différens soudés l'un à l'autre. En donnant au tube inférieur un petit diamètre, on diminue beaucoup la masse totale du mercure ; et en le terminant par un tube plus large, on se garantit de l'erreur que pourrait occasionner l'inégalité de l'effet capillaire due à la différence de température des deux colonnes.

Le tube horizontal repose, dans toute sa longueur, sur une forte barre de fer $MN$, en forme de $T$, qui

est elle-même appuyée solidement par ses trois pieds sur une table de bois très-épaisse. La face supérieure de la barre a été dressée avec soin, et porte deux niveaux à angle droit qu'on règle à l'aide des vis situées aux quatre angles de la table.

Près de chacun des tubes verticaux s'élève un montant de fer portant un anneau à clavette qui enveloppe le tube, et le retient ainsi dans une position fixe. (Afin de ne pas surcharger la figure, on s'est contenté d'indiquer le montant situé à côté du tube *AB*. Il est terminé, comme on le voit, par une petite pièce arquée de fer dont la pointe *R* est destinée à servir de repère).

Le tube recourbé étant assujetti dans toutes ses parties, il restait à disposer l'appareil de manière à communiquer à chacune des deux colonnes la température convenable. Rien n'était plus simple pour la colonne *AB*, qu'on voulait entretenir à *zéro*. On y est parvenu en l'entourant d'un large cylindre de fer-blanc mastiqué dans le bas autour de la barre de fer, et qu'on remplissait de glace pilée jusqu'à la hauteur du mercure dans le tube. On avait seulement ménagé dans ce cylindre une petite fenêtre *F*, qu'on ouvrait pour dégager un peu de glace, afin d'apercevoir le sommet de la colonne de mercure au moment de l'observation. Des thermomètres très-exacts plongés, à différentes époques, dans cette colonne nous ont prouvé qu'elle était toujours rigoureusement à *zéro*.

La partie de l'appareil qui devait contenir le bain distiné à échauffer la colonne *A'B'* présentait, au contraire, de grandes difficultés d'exécution. Une boîte

dont le fond aurait fait corps avec les parois, ne pouvait pas servir, puisqu'il n'y aurait pas eu de moyen d'y introduire la colonne *A′B′*. Il fallait de plus que la barre *MN* pût traverser cette boîte, et qu'on pût remplir, avec un lut imperméable, les petits intervalles que la barre laisserait entr'elle et les parois échancrées. Pour satisfaire à toutes ces conditions, nous avons fait construire un cylindre de cuivre rouge, dont le fond peut s'enlever à volonté : il est terminé, dans le haut, par un rebord sur lequel s'applique le couvercle. Il porte en outre vers sa base deux appendices opposés *RR′*, *SS′*, ayant tous deux la forme de demi-cylindres horizontaux dans l'intérieur desquels passe la barre *MN*. On en prendra une idée exacte dans la figure 2 (planche I^re^), qui en représente la section faite par un plan vertical parallèle à la direction des appendices. La forme du fond est indiquée à part dans la figure 3 ; il se réunit au corps de la boîte, à l'aide d'un grand nombre de vis d'acier serrées avec la plus grande force. Une semblable pression ne suffisant pas encore pour empêcher l'écoulement du liquide, on a interposé entre les surfaces contiguës des lames minces de carton.

L'avantage des appendices est de permettre de luter à une assez grande distance du feu. Malgré cette précaution, le lut s'échauffe encore, et finirait par se détacher si l'on ne prenait pas soin de le refroidir continuellement par un courant d'eau.

La boîte, ainsi construite, a été établie solidement dans un fourneau en la maintenant de toutes parts avec des traverses de fer. C'est ce fourneau qui, dans la perspec-

tive, est sensé coupé par le milieu, afin qu'on puisse voir les pièces situées dans son intérieur.

Nous terminerons cette description préliminaire en disant que le cylindre de cuivre est rempli d'une huile fixe qu'on échauffe peu à peu jusqu'à la température à laquelle on veut faire l'observation. On ferme ensuite toutes les issues du fourneau. La chaleur se répand alors uniformément dans toute la masse, et la température demeure stationnaire pendant un temps suffisant pour prendre toutes les mesures dont on a besoin; mais pour que rien n'altère l'exactitude de ces déterminations, il est nécessaire que la boîte de cuivre soit toujours entièrement pleine d'huile, et que la colonne chaude de mercure se termine à une hauteur très-petite au-dessus du couvercle. On remplissait aisément cette seconde condition en ajoutant ou en retirant à l'aide d'une pipette une quantité convenable de mercure quelques instans avant l'observation. Quant à la première, elle se trouve satisfaite en remplissant l'auge à froid, et en ménageant, dans le haut du vase, un tuyau $LQ$, dont l'orifice $Q$ est de niveau avec la face inférieure du couvercle, et par lequel l'huile peut s'écouler en se dilatant.

Passons maintenant à la mesure des températures et des hauteurs des colonnes.

Le bain d'huile contient deux thermomètres, l'un à mercure, analogue à celui que nous avons déjà eu occasion de décrire, et dans lequel la température se calcule en comparant le poids du mercure sorti de l'instrument à celui qui le remplit à *zéro*. Telle est la sensibilité de celui dont nous nous sommes servis, qu'un échauffement d'un degré faisait sortir environ un décigramme de mer-

cure. Son réservoir *DE*, par-tout de même diamètre et s'enfonçant dans le bain à la même profondeur que la colonne *A'B'*, indiquait exactement la température moyenne de cette colonne.

Le second est un thermomètre à air dont le réservoir cylindrique *D'E'*, placé comme celui du précédent, est terminé par un tube très-fin *E'G'H'*, recourbé horizontalement en dehors du fourneau. Ce tube se réunit en *H'* à un tube vertical un peu plus large et bien calibré, qui plonge dans un bain de mercure *K'*. Pour régler ce thermomètre, on a d'abord chauffé le bain presqu'à l'ébullition de l'huile, en laissant ouverte l'extrémité *K'* du tube. Lorsque tout l'air excédant a été chassé par la dilatation, on a plongé l'orifice *K'* dans une cuvette pleine de mercure sec, et par le refroidissement de l'huile, le mercure est peu à peu remonté dans le tube. C'est en mesurant au *maximum* de température la hauteur de cette colonne et celle du baromètre, que l'on connaissait l'augmentation d'élasticité de l'air, d'où, par un calcul très-simple, on déduisait la température du thermomètre à air. Il est à peine nécessaire d'ajouter que le tube avait été desséché avec soin, et que, dans chaque mesure, on faisait la correction due à la dépression capillaire.

Les indications de ce thermomètre n'ajoutent rien à la précision de celles qui sont fournies par le thermomètre à mercure; mais nous n'avons pas laissé échapper cette occasion de comparer encore la marche de ces deux instrumens. Les résultats déduits de cette comparaison sont entrés dans la détermination des moyennes inscrites dans le tableau n° 1.

Il nous reste maintenant à faire connaître l'espèce de

micromètre dont nous nous sommes servis pour mesurer la hauteur des colonnes. Cet instrument (fig. 4) se compose d'une règle épaisse de cuivre *AB*, le long de laquelle glisse à frottement doux une pièce de cuivre *MNPRS*, portant, à ses deux extrémités *M* et *S*, deux collets dans lesquels tourne une lunette micrométrique *OO'* munie, à son foyer, d'un fil horizontal. A la lunette est suspendu un niveau très-sensible à bulle d'air, dont le tube gradué sert à régler l'axe optique. Cette pièce de cuivre *MNPRS* est susceptible de deux mouvemens, l'un très-rapide en desserrant la vis latérale *C*, l'autre très-doux, produit par la vis de rappel *D*. Tout l'instrument tourne enfin autour d'un axe vertical qui repose sur un plan triangulaire de cuivre épais, muni d'une vis à chacun de ses sommets.

La construction de cet instrument permet, comme on le voit, de mesurer la différence de hauteur de deux points qui ne sont pas situés dans la même verticale. Il faut, pour cela, après avoir dirigé la lunette sur l'un des points, faire tourner l'axe pour la ramener dans l'azimuth de l'autre point. On la descend alors, ou on la monte d'une quantité convenable qui se mesure sur une échelle tracée sur la face opposée de la règle *AB*, à l'aide d'un vernier mu par la pièce *MNPRS*. L'emploi d'une vis micrométrique aurait peut-être été préférable sans la promptitude d'exécution qu'exigeaient nos expériences. Du reste, le vernier nous permettait d'apprécier les 50<sup>èmes</sup> de millimètre, et cette précision nous a paru suffisante.

Pour donner à cet instrument toute l'exactitude desirable, il fallait que les plus petites différences de niveau

fussent appréciables, et que, dans le passage d'une observation à l'autre, la lunette conservât son horizontalité, ou du moins qu'on pût tenir compte de ses dérangemens. On a satisfait à la première condition en donnant un grossissement suffisant à la lunette; et quant à la seconde, le soin particulier avec lequel le micromètre a été fait, et la solidité de l'appui sur lequel il reposait et qui était indépendant du reste de l'appareil, auraient pu la faire regarder comme remplie : néanmoins on avait mesuré d'avance, pour la distance à laquelle pointe la lunette, à quelle différence de hauteur répondrait un changement d'inclinaison égal à une partie du niveau. Cette donnée suffisait pour corriger les observations dans lesquelles le niveau se dérangeait.

Les procédés dont on se sert pour régler de semblables instrumens sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les rappeler. On sait que, par des retournemens convenables de la lunette, tant sur elle-même que sur ses collets, et par des observations dans les différens azimuths où on peut la placer en tournant l'axe de l'instrument, on parvient à rendre cet axe vertical et l'axe optique de la lunette horizontal.

Revenons maintenant à l'appareil de la dilatation : le micromètre était placé sur un plan de marbre $T$, porté par un massif de maçonnerie. L'axe de l'instrument se trouvait à égale distance des centres des tubes $AB$ et $A'B'$, et du repère $R$; on pouvait donc mesurer immédiatement les excès de hauteur de ce point au-dessus des sommets des colonnes de mercure, c'est-à-dire, les hauteurs $r-h$ et $r-h'$, en appelant $r$ la hauteur absolue du repère. Afin de nous assurer que la réfraction au

travers des tubes ne produisait aucune déviation dans le sens vertical, nous avons placé au centre de chacun d'eux des mires sur lesquelles nous avons dirigé la lunette de notre micromètre, et nous avons reconnu que la coïncidence du fil n'était nullement troublée, soit qu'on enlevât le tube, soit qu'on le retournât.

Il ne restait plus alors qu'à connaître $r$. Or, cette hauteur restait constante dans toutes les expériences, puisque la tige qui porte le repère était toujours entourée de glace. On s'est servi pour la mesurer d'une règle verticale graduée, dont le *zéro* était placé sur la barre de fer $MN$. Cette règle, construite pour un autre usage, avec un très-grand soin, a donné les hauteurs dont il s'agit, à un dixième de millimètre près; mais les hauteurs mesurées au-dessus de la barre $MN$ sont trop grandes; car $h$, $h'$ et $r$ doivent être comptées à partir de l'axe du tube horizontal : il faut donc retrancher de la hauteur indiquée par la règle la moitié de l'épaisseur totale du tube.

Pour faire juger du degré d'exactitude auquel conduisent ces diverses opérations, rapportons une des mesures prises à 100°. La hauteur du repère au-dessus de l'axe du tube horizontal était de $0^{m},58250$; les hauteurs $r-h$, $r-h'$ étaient respectivement de $0^{m}.03855$ et de $0^{m},02875$; ainsi $h=0,54395$ et $h'-h=0^{m},00980$; et par suite, le coefficient moyen de la dilatation absolue du mercure entre 0° et $100° = \frac{1}{5550}$. On voit par là qu'une erreur de deux ou trois dixièmes de millimètre sur la mesure de $r$ ne produirait qu'une incertitude de deux ou trois unités sur le dénominateur de la fraction précédente. Ainsi, par un effet particulier de la dispo-

sition de notre appareil, celle des mesures qui comportait le moins de précision ne pouvait jamais occasionner que des erreurs tout-à-fait négligeables ; la barre de fer se serait même un peu dérangée par l'action du feu (quoiqu'on eut soin de la rendre toujours horizontale par ses niveaux), que cet effet n'aurait eu encore que très-peu d'influence sur le résultat final.

C'est par là que notre appareil l'emporte de beaucoup en exactitude et en simplicité sur les appareils de dilatation des solides. En effet, dans ceux-ci, le moindre dérangement du point fixe, dans la durée très-longue d'une expérience, n'affecte pas seulement la longueur totale de la règle : la dilatation elle-même s'en trouve augmentée ou diminuée, ce qui entraîne dans les erreurs les plus graves. On voit, au contraire, que lors même que, dans nos expériences, les hauteurs $h$ et $h'$ se trouveraient affectées par l'effet dont nous parlons, la différence $h—h'$ qui mesure la dilatation ne le serait pas ; car il est absurde de supposer que l'instrument se dérange pendant le temps très-court qui s'écoule entre les observations successives de la colonne chaude et de la colonne froide.

Nous avons rassemblé, dans le tableau suivant, les résultats moyens d'un grand nombre d'observations faites à l'aide du procédé que nous venons de décrire. La première colonne contient les températures telles qu'on les déduit de la dilatation de l'air ; la seconde renferme les dilatations moyennes absolues du mercure entre la glace fondante et chacune des températures indiquées dans la première colonne. Enfin, la troisième comprend les températures qu'on obtiendrait en supposant uniforme

la dilatation du mercure, ou, en d'autres termes, celles qu'indiquerait un thermomètre construit avec ce liquide en le renfermant dans un vase dont l'expansion suivrait la même loi que la sienne.

*Tableau* n° 2.

| Températures déduites de la dilatation de l'air. | Dilatations moyennes absolues du mercure (1). | Températures indiquées par la dilatation du mercure supposée uniforme. |
|---|---|---|
| 0°; | 0; | 0; |
| 100; | $\frac{1}{5550}$; | 100; |
| 200; | $\frac{1}{5425}$; | 204,61; |
| 300; | $\frac{1}{5300}$; | 314,15. |

*De la Dilatation des solides.*

Si l'on rapproche les résultats du tableau précédent de ceux que nous avons donnés dans le tableau n° 1, on apercevra facilement que les doutes que nous avions élevés sur la marche du thermomètre à mercure n'étaient pas sans fondement, et que les lois de dilatation de l'enveloppe de cet instrument et du liquide qui y est renfermé sont très-notablement différentes quand on considère un grand intervalle de température. Lorsque le thermo-

(1) Chacun des résultats inscrits dans cette colonne est la moyenne d'un grand nombre de mesures qu'il aurait été trop long de rapporter en détail; nous nous bornerons à citer les valeurs extrêmes pour chacune des trois températures.

| | Valeur *maxim.* | Valeur *minim.* |
|---|---|---|
| à 100°....... | $\frac{1}{5547}$.......... | $\frac{1}{5552}$; |
| à 200........ | $\frac{1}{5419}$.......... | $\frac{1}{5431}$; |
| à 300........ | $\frac{1}{5289}$.......... | $\frac{1}{5309}$. |

mètre à air marque 300° sur son échelle, le mercure pris isolément indiquerait 314°.15 sur la sienne, tandis que le thermomètre ordinaire en accuse seulement 307°.64.

Les déterminations précédentes offrent d'autant plus d'intérêt qu'elles peuvent conduire à une connaissance très-exacte de la dilatation absolue de plusieurs corps solides. Il suffira en effet, pour y parvenir, de mesurer la différence d'expansion du mercure et de chacun de ces corps.

C'est d'abord ce qu'on peut pratiquer très-aisément sur le verre; car la différence dont il s'agit n'est autre chose que la dilatation apparente du mercure dans ce corps. Quoique cette dilatation ait déjà été l'objet d'un assez grand nombre de déterminations, nous avons cru nécessaire de la prendre nous-mêmes, en y apportant tous les soins qu'exigent les expériences de ce genre. Nous nous sommes servis pour cela d'un tube d'environ 6 décimètres de longueur, et pouvant contenir à-peu-près 700 grammes de mercure. Ce tube était fermé à l'une de ses extrémités, et se terminait à l'autre par un tube capillaire dont la capacité n'était qu'une fraction entièrement négligeable de celle du tube principal.

Tout l'appareil étant rempli de mercure et rigoureusement purgé d'air et d'humidité par des ébullitions réitérées, nous avons déterminé le poids du mercure qui en sortait, en le portant de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante. On appréciera toute l'exactitude de ce procédé, si l'on remarque que la portion de la masse qui ne participe pas à l'échauffement est insensible, et que la position horizontale du tube permet, dans le cas de l'eau bouillante, de faire subir

rigoureusement à sa température la correction dépendante de la pression barométrique.

Cette expérience, répétée cinq fois sur des masses différentes, nous a donné pour la dilatation cherchée des nombres presque identiques dont la moyenne est rapportée ci-dessous. Nous n'avons pareillement trouvé aucune différence appréciable entre les effets observés dans les tubes de verre ordinaire tirés de diverses fabriques, quel que fût d'ailleurs leur calibre intérieur et l'épaisseur de leurs parois.

Les valeurs de la dilatation apparente à 200° et à 300°, inscrites dans le même tableau, ont été déduites de la comparaison précédemment faite des échelles du thermomètre à mercure et du thermomètre à air.

*Tableau* n° 3.

| Températures déduites de la dilatation de l'air. | Dilatations moyennes apparentes du mercure dans le verre. | Dilatations absolues du verre, en volume. | Températures déduites de la dilatation du verre (supposée uniforme). |
|---|---|---|---|
| 100° ; | $\frac{1}{6480}$ ; | $\frac{1}{38700}$ ; | 100° ; |
| 200 ; | $\frac{1}{6378}$ ; | $\frac{1}{36300}$ ; | 213,2 ; |
| 300 ; | $\frac{1}{6318}$ ; | $\frac{1}{32900}$ ; | 352,9. |

Les deux premières colonnes de ce tableau n'ont besoin d'aucune explication. On y trouve la dilatation apparente du mercure dans le verre, entre 0° et 100°, un peu moindre que celle de MM. Lavoisier et Laplace, qui paraissent avoir adopté $\frac{1}{6300}$. Nous nous attendions à une différence dans le sens où elle a lieu ; car, dans l'ouvrage même où cette dernière détermination est rapportée, les auteurs ont eu soin de prévenir qu'ils la supposaient trop forte parce qu'ils n'avaient pas fait

bouillir le mercure dans le vase dont ils s'étaient servis. La dilatation absolue du mercure qu'ils en avaient déduite, et qui a été généralement admise depuis, devait donc être trop forte aussi, et c'est ce que confirme le résultat inscrit dans le tableau n° 2. La troisième colonne comprend les dilatations du verre obtenues par le moyen indiqué plus haut. Cette dilatation est croissante; mais on lui trouve entre 0° et 100° la valeur assignée par MM. Lavoisier et Laplace. Enfin, la dernière colonne contient les degrés qu'indiquerait un thermomètre formé d'une lame de verre dont les allongemens serviraient de mesure aux températures. On voit, par l'écart qui a déjà lieu à 300°, combien la dilatation du verre s'éloigne d'être uniforme.

Le même procédé paraîtrait devoir servir pour la mesure de l'expansion du fer, en renfermant le mercure dans un vase de ce métal; des essais de ce genre ne nous ayant pas complètement réussi, nous avons eu recours au moyen suivant. Dans un tube de verre de 18 millimètres de diamètre et de 6 décimètres de longueur, et fermé par une de ses extrémités, nous avons introduit une baguette cylindrique de fer doux qui se trouvait contenue dans l'axe du tube par quatre petites traverses d'une longueur presque égale à son diamètre. Après avoir soudé, à l'extrémité de ce tube, un autre tube capillaire, nous l'avons rempli entièrement de mercure que l'on a fait bouillir pendant un temps suffisant pour chasser complètement l'air et l'humidité. En l'exposant ensuite à diverses températures et déterminant les poids de mercure qui en sortent, il est aisé d'en déduire la dilatation du fer; car le volume sorti

représente évidemment la somme des dilatations du mercure et du métal diminuée de la dilatation du verre. Pour faire le calcul, il est nécessaire de connaître les volumes de ces trois corps à la température de la glace fondante. Or, celui du fer s'obtient en divisant son poids par sa densité prise à *zéro*. On déduit de la même manière le volume du verre du poids du mercure qui le remplit à la même température. Enfin, celui du mercure est évidemment la différence des deux premiers.

Le procédé que nous venons d'indiquer peut s'appliquer à d'autres métaux, en prenant seulement la précaution d'en oxider la surface pour empêcher l'action dissolvante du mercure. On conçoit d'ailleurs que la couche d'oxide qui se forme ainsi est d'une épaisseur si petite qu'elle ne peut absolument rien changer au résultat. Ce moyen nous a très-bien réussi pour le cuivre, et nous regrettons que le temps ne nous ait pas permis de l'essayer sur d'autres métaux. Du reste, quand on connaît avec précision l'expansion d'un corps solide, on en déduit très-exactement celle des autres en étudiant la marche d'un pyromètre métallique formé par l'assemblage de deux règles unies d'une manière invariable par une de leurs extrémités. C'est ainsi que, dans une nouvelle série d'expériences, nous avons mesuré à différentes températures les dilatations d'une règle de platine, en l'associant à une règle de cuivre. La dilatation déjà trouvée de cette dernière substance a été vérifiée en réunissant la règle de cuivre à une règle de verre.

Nous avons rassemblé, dans le tableau suivant, les résultats conclus de ces diverses recherches. On y trouve les dilatations moyennes du fer, du cuivre et du platine,

prises d'abord entre 0° et 100°, et ensuite entre 0° et 300°. Nous n'avons rapporté aucune détermination intermédiaire, parce que le seul objet que nous eussions en vue était d'assigner le sens dans lequel les différentes échelles thermométriques s'écartent les unes des autres. Mais afin de mettre les résultats plus en évidence, nous avons joint à chaque dilatation la température qui s'en déduit en supposant l'expansion du corps uniforme. Ces températures sont celles qu'indiqueraient des thermomètres construits avec chacun de ces corps.

*Tableau* n° 4.

| Températures déduites de la dilatation de l'air. | Dilatation moyenne absolue du fer. | Températures qui seraient indiquées par un thermomètre formé d'une règle de fer. | Dilatation moyenne absolue du cuivre. | Températures qui seraient indiquées par un thermomètre construit avec une règle de cuivre. | Dilatation moyenne absolue du platine. | Températures qu'indiquerait un thermomètre formé d'une règle de platine. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100°; | $\frac{1}{28200}$; | 100°; | $\frac{1}{19400}$; | 100°; | $\frac{1}{37700}$; | 100°; |
| 300. | $\frac{1}{22700}$. | 372,6. | $\frac{1}{17700}$. | 328,8. | $\frac{1}{36300}$. | 311,6. |

En rapprochant ces résultats de ceux que nous avons déjà obtenus pour le verre, on voit que la dilatabilité des solides rapportée au thermomètre à air est croissante, et qu'elle l'est inégalement dans chacun d'eux. Cette conséquence, que nous avions déjà indiquée dans le Mémoire cité plus haut, se trouve donc aujourd'hui pleinement confirmée.

Nous croyons avoir atteint, dans ce qui précède, le plus haut degré d'exactitude que comportent des mesures aussi délicates ; et c'est ce dont on peut d'ailleurs s'assurer en comparant les nombres que nous donnons, pour la dilatation à 100°, avec ceux qui ont été publiés par

MM. Lavoisier et Laplace. Nous n'ajouterons qu'une seule observation : dans les mesures directes de dilatation des solides, l'incertitude se trouve triplée en passant de l'expansion linéaire à l'expansion en volume. Nos déterminations donnant immédiatement cette dernière, l'erreur commise ne s'y trouve pas multipliée.

### *Du Calorique spécifique des Solides à diverses températures.*

D'après les résultats des recherches précédentes, on voit qu'en rapportant la marche d'une série de phénomènes quelconques à un thermomètre pris successivement parmi les gaz, les liquides ou les solides, même les plus réfractaires, chaque espèce d'instrument conduirait à une loi particulière. Il ne serait donc pas indifférent de choisir tel ou tel thermomètre pour parvenir à la loi la plus simple, ou, si l'on veut, pour représenter les phénomènes par des mesures qui aient, d'après leur nature, les relations les plus directes avec eux. Mais pour prendre une détermination à cet égard, il faut encore savoir comment varient les capacités de tous les corps dans chacune des échelles thermométriques que nous avons fait connaître.

Depuis l'époque où Black établit la notion des capacités, un grand nombre de physiciens se sont efforcés d'apporter une précision de plus en plus grande dans les déterminations numériques relatives à chaque espèce de substance, ou d'embrasser, dans des tables, les corps qui n'avaient point encore été soumis à l'expérience. Les travaux de Wilke, de Crawford, de Meyer, et surtout

de MM. Laplace et Lavoisier, sont, comme l'on sait, les plus remarquables de tous ceux qui ont été publiés sur cette matière. Deluc et Crawford, supposant un thermomètre idéal dans lequel les capacités seraient constantes, comparèrent ses indications avec celles du thermomètre à mercure, pour juger de l'exactitude de celui-ci. Presque toutes leurs expériences se réduisent à des mélanges de liquides au-dessous de la température de l'eau bouillante. On voit qu'en renversant la question, cela revient à chercher si les capacités de ces liquides restent constantes lorsqu'on mesure les températures par le thermomètre à mercure. Les résultats de ces deux physiciens sont différens : d'après le premier, il y aurait une légère variation dans la capacité de l'eau, dans l'intervalle des cent premiers degrés ; le second admet, au contraire, que les capacités sont constantes. Cette discordance même prouve qu'entre les limites où les expériences ont été faites, la variation de capacité des corps, si elle existe, doit être très-faible ; mais de pareils essais sont beaucoup trop bornés pour permettre d'en conclure avec Crawford que le même principe s'étend à toutes les températures.

M. Dalton, qui a abordé cette question dans l'ingénieux ouvrage que nous avons déjà cité, prétend que la capacité d'une même masse de matière ne reste pas constante, par la raison qu'une partie de la chaleur est employée à produire la dilatation ; mais qu'elle resterait invariable si l'on considérait un même volume.

Cette assertion de M. Dalton n'est fondée sur aucune expérience directe, et peut être considérée comme une simple conjecture qui se lie avec ses autres idées sur la

mesure des températures. Nous discuterons bientôt les principes sur lesquels repose toute sa théorie.

En reproduisant ici le même argument que pour les dilatations, on sent qu'on ne peut espérer de résoudre le problême qui nous occupe qu'en embrassant une étendue de l'échelle thermométrique beaucoup plus considérable qu'on ne l'a fait jusqu'à présent. Aussi les expériences que nous allons rapporter ont-elles toutes été faites dans un intervalle de 300, et même de 250°.

La saison dans laquelle nous avons été obligés de nous livrer à cette partie de nos recherches ne nous permettant pas d'employer convenablement la fusion de la glace, nous avons constamment fait usage de la méthode des mélanges, mais avec toutes les précautions convenables pour en assurer l'exactitude.

Les corps dont nous avons déterminé les capacités devaient nécessairement être pris parmi les métaux les plus difficiles à fondre. L'homogénéité et la conductibilité plus parfaite de ces substances les rendaient plus propres qu'aucune autre au but que nous nous proposions (1).

L'une des plus grandes difficultés que présente ce genre d'expériences, c'est l'évaluation exacte des températures. Nous avons employé, dans tous les cas, l'eau bouillante pour avoir la capacité au-dessous de ce terme; et quand la nature des corps permettait de les laisser plongés dans le mercure bouillant, nous nous sommes

---

(1) On a donné à chacun des métaux la forme d'un anneau plat, afin de présenter beaucoup de surface. Ces différens anneaux pesaient d'un à trois kilogrammes.

servis de ce second terme aussi fixe que le premier, et qui avait été déterminé avec le plus grand soin, comme nous l'avons dit précédemment.

Mais lorsque la substance était attaquable par le mercure, nous l'échauffions dans un bain d'huile qui, par la disposition même de notre appareil, pouvait conserver une température stationnaire pendant un quart-d'heure environ.

Enfin, pour éviter l'erreur qu'aurait pu occasionner l'inégale température des différens points de la masse, on brassait continuellement le liquide au moment du *maximum*; et, par un thermomètre à volume constant, on avait exactement la température moyenne, qui devait être aussi celle du corps. Les huiles fixes acquérant, comme on sait, une très-grande fluidité lorsqu'elles sont très-chaudes, la couche qui reste attachée aux corps que l'on y a plongés est extrêmement mince. Toutefois nous n'avons pas négligé de tenir compte de la chaleur provenant de cette addition de matière, quoique, dans la plupart des cas, la correction n'ait porté que sur de bien petites quantités (1).

Lorsque le corps soumis à l'expérience avait été porté à une certaine température mesurée par l'un des moyens que nous venons d'indiquer, on le plongeait aussi rapi-

(1) Cette correction se déduisait du poids d'huile entraîné par l'anneau : pour le connaître, il nous a fallu, dans chaque cas, faire une expérience préalable dans laquelle nous déterminions l'augmentation de poids de l'anneau à sa sortie du bain d'huile. A 300°, cette augmentation n'a jamais excédé 3 à 4 décigrammes.

dement que possible dans une grande masse d'eau, et l'on observait le réchauffement de ce liquide quand l'équilibre s'était établi. C'est dans la mesure de ce réchauffement qu'il faut apporter la plus grande précision pour pouvoir compter sur les résultats obtenus par ce procédé. Nous avons toujours employé une masse d'eau telle que la variation de température n'allât jamais au-delà de 5 à 6 degrés centigrades. Mais on se servait pour la déterminer d'un thermomètre dont les divisions répondaient à des intervalles de température assez petits pour qu'on pût évaluer exactement les centièmes de degré. L'eau était contenue dans un vase de fer-blanc très-mince, isolé sur un support à trois pointes. Ce vase participait, dans chaque cas, à l'échauffement; mais comme son poids et sa chaleur spécifique étaient exactement connus, on pouvait, dans tous les calculs, tenir compte de l'effet qu'il produisait.

Dans la plupart des expériences, on refroidissait d'avance l'eau d'un nombre de degrés tel qu'après l'immersion du corps elle se trouvât à la température de l'air environnant; dans d'autres cas, le réchauffement commençait à partir de cette dernière température. La première méthode nous a généralement paru plus exacte et n'exige aucune correction. En effet, l'eau, immédiatement après que le corps y est plongé, acquérant une température très-peu différente de celle qui a lieu quand l'équilibre est établi, l'air extérieur ne doit exercer qu'une influence inappréciable. Dans la seconde méthode, au contraire, il est nécessaire de tenir compte de la perte de chaleur que la masse éprouve à raison de l'excès de la température et de la durée de

l'expérience. Cette correction pouvait être déterminée avec une précision suffisante par une observation subséquente sur le refroidissement de l'eau qui avait été employée. Du reste, la masse des corps sur lesquels nous avons opéré, les circonstances variées dans lesquelles chaque détermination a été prise, et la précision reconnue du thermomètre dont nous nous sommes servis, tout nous paraît avoir concouru à l'exactitude des résultats que nous allons rapporter.

La grande capacité du fer (relativement aux autres métaux), et la possibilité de le plonger dans le mercure bouillant, nous ont décidé à commencer sur cette substance les comparaisons que nous nous proposions de faire. Les déterminations suivantes sont déduites d'un grand nombre de mesures qui ne présentent que de très-faibles discordances.

Capacité moyenne du fer de 0° à 100° = 0.1098 (1);
———————— de 0 à 200 = 0.1150;
———————— de 0 à 300 = 0.1218;
———————— de 0 à 350 = 0.1255.

Le résultat indiqué par le sens dans lequel varient ces nombres se trouve vérifié dans le tableau suivant pour d'autres métaux. On s'est borné à y insérer les mesures prises à 100° et à 300°.

| | Capacités moyennes entre 0° et 100°. | Capacités moyennes entre 0° et 300°. |
|---|---|---|
| Mercure, | 0.0330, | 0.0350; |
| Zinc, | 0.0927, | 0.1015; |
| Antimoine, | 0.0507, | 0.0549; |

(1) La capacité de l'eau est prise pour unité.

| | | |
|---|---|---|
| Argent, | 0.0557, | 0.0611; |
| Cuivre, | 0.0949, | 0.1013; |
| Platine, | 0.0355, | 0.0355; |
| Verre, | 0.177, | 0.190. |

Il en est donc des capacités des corps solides comme de leurs dilatabilités; elles croissent avec les températures mesurées sur le thermomètre à air. Elles croîtraient même encore, contre l'opinion de Crawford, en employant le thermomètre à mercure. Si cette observation avait été faite sur des corps d'un volume invariable, il ne resterait aucun doute sur ses conséquences; mais l'état gazeux est le seul qui permette de satisfaire à cette condition, et, dans ce cas, l'expérience présenterait des difficultés insurmontables. Toutefois, si la dilatation des solides était uniforme, on ne pourrait point attribuer l'accroissement des capacités à la quantité de chaleur qui produit l'augmentation de volume; car cette quantité restant alors proportionnelle aux températures, elle ne saurait affecter le rapport des capacités. Il n'en est pas de même dans le cas où les dilatabilités sont croissantes. Il est indubitable que, dans cette circonstance, les capacités prises à des hauteurs différentes dans l'échelle thermométrique doivent se ressentir de l'irrégularité de la loi de dilatation. Nous ne pouvons former aucune conjecture sur l'intensité des effets dus à cette cause accidentelle; mais ce qui tendrait à faire croire qu'ils ne sont pas négligeables, et que l'accroissement de capacité que nous avons observé en dépend, au moins en partie, c'est que les métaux dont l'expansion suit la loi la plus rapide sont en même temps ceux dont la capacité subit

les plus grandes variations. Du reste, cette question ne peut être décidée que par des observations qui embrasseraient un plus grand intervalle de température que celui dans lequel nos expériences ont été faites ; nous espérons être bientôt en état d'éclaircir ce doute.

Nous avons fait voir, en parlant de la dilatation des solides, qu'en construisant des thermomètres avec les métaux les plus infusibles, et en les supposant réglés comme à l'ordinaire, par les termes fixes de la glace et de l'eau bouillante, les températures accusées par chacun de ces instrumens seraient très-différentes. La même discordance doit s'observer évidemment, d'après ce qui précède, lorsqu'on évalue les températures, comme plusieurs physiciens l'ont proposé, par les rapports des quantités de chaleur qu'un même corps abandonne en se refroidissant jusqu'à une température déterminée. En effet, pour que ce calcul fût exact, il faudrait qu'en se refroidissant de 300° à 0°, par exemple, le corps abandonnât trois fois plus de chaleur qu'en descendant de 100° à 0°. Or, il en abandonnera plus que le triple, puisque les capacités sont croissantes. On devra donc trouver une température trop élevée. Nous avons rassemblé, dans le tableau suivant, les températures qui se déduiraient ainsi en employant les différens métaux inscrits dans le tableau précédent. Il faut supposer qu'ils ont tous été placés dans un même bain liquide, à 300° par le thermomètre à air.

| | |
|---|---|
| Fer, | 332°.2 ; |
| Mercure, | 318.2 ; |
| Zinc, | 328.5 ; |

| | |
|---|---|
| Antimoine, | 324°.8; |
| Argent, | 329.3; |
| Cuivre, | 320.0; |
| Platine, | 317.9; |
| Verre, | 322.1. |

## *Réflexions générales et Conclusion.*

Maintenant que nous avons établi la correspondance de toutes les échelles thermométriques dans une étendue de plus de 300°, nous sommes en état de juger de l'exactitude des lois que M. Dalton a cru pouvoir établir en mesurant les températures sur une échelle particulière.

La manière dont M. Dalton a présenté le principe sur lequel repose la formation de cette échelle ne permet pas de le considérer autrement que comme une hypothèse, qui aurait l'avantage de lier un grand nombre de phénomènes par des relations très-simples. En substituant les indications de cette échelle à celles du thermomètre ordinaire, on trouve, selon ce physicien :

1°. Que le mercure et tous les autres liquides se dilatent proportionnellement aux carrés des températures, à partir du *maximum* de densité de chacun d'eux ;

2°. Que les gaz se dilatent en progression géométrique pour des accroissemens de température en progression arithmétique ;

3°. Que la capacité des corps reste constante sous le même volume ;

4°. Enfin, que, pendant toute la durée du refroidissement des corps dans l'air, les températures décroissent en proportion géométrique lorsque les temps suivent une progression arithmétique.

Toutes ces lois se vérifient assez exactement dans le thermomètre de M. Dalton, pour les températures voisines de celles où la nouvelle échelle coïncide avec l'ancienne; et si le même accord s'observait à toutes les températures, l'ensemble de ces lois formerait assurément l'une des plus importantes acquisitions de la physique moderne. Malheureusement l'accord dont il s'agit est fort éloigné de se maintenir dans les températures très-basses ou très-élevées, ainsi que nous allons le voir.

En partant des deux premières lois, on trouverait, par un calcul très-simple, qu'un volume d'air représenté par 1000 à la température de la glace fondante, serait réduit à 692 au point de la congélation du mercure : nous trouvons, par nos expériences, qu'il serait de 850. A la température de 256° sur le thermomètre à air, le thermomètre à mercure ordinaire devrait marquer 282°, d'après M. Dalton, tandis qu'il n'en indique que 261.

De pareilles différences ne peuvent pas être attribuées aux erreurs d'observation. Elles seraient d'ailleurs beaucoup plus fortes si l'on remontait encore plus haut. On peut facilement s'assurer qu'en appliquant à nos déterminations les principes de M. Dalton, on trouverait, par la dilatation absolue du mercure, que ce qu'il appelle la température réelle serait supérieure de beaucoup à celle que fournit immédiatement le thermomètre ordinaire. Or, ceci produirait un effet précisément contraire à celui que M. Dalton a eu en vue, et qui était d'abaisser les indications de ce dernier instrument dans les hautes températures.

La troisième loi ne paraît pas plus fondée; car nous avons prouvé que la capacité augmente d'environ un

dixième dans plusieurs corps dont le volume ne varie pas d'un centième ; et si l'on estimait les capacités dans l'échelle dont nous venons de parler, cette loi s'éloignerait bien plus encore de la vérité.

Enfin, pour prouver en deux mots que la quatrième proposition de M. Dalton est encore contredite par l'expérience, il nous suffira de dire que la loi du refroidissement dans l'air n'est pas la même pour tous les corps, et qu'ainsi aucune échelle thermométrique ne peut satisfaire à la condition de rendre, pour tous les corps, les pertes de chaleur proportionnelles aux excès de température.

Quoique les propositions que nous venons de discuter n'atteignent pas au but que s'était proposé M. Dalton, elles prouvent du moins que depuis long-temps l'insuffisance des doctrines généralement admises n'avait point échappé à la pénétration de ce célèbre physicien. La plupart des phénomènes dont il avait aperçu l'irrégularité varient en effet dans le sens qu'il a indiqué; mais il manquait des données nécessaires pour vérifier son ingénieuse théorie. Les recherches que nous venons d'exposer nous permettent de présenter des notions beaucoup plus certaines sur la mesure des températures, et de résoudre plusieurs difficultés qui ont été élevées à ce sujet. Il est évident, par ce que nous avons dit sur la variation des capacités, qu'aucune échelle thermométrique ne peut indiquer immédiatement les accroissemens de chaleur correspondans à une élévation déterminée de température; car, en supposant qu'on en trouvât une qui jouît de cette propriété relativement à une substance en particulier, elle ne pourrait point être appliquée à d'autres, puisque les capacités de tous les corps ne varient pas de la même manière.

En comparant entr'elles toutes les échelles thermométriques, on peut pareillement s'assurer qu'il n'en existe aucune dans laquelle les dilatations de tous les corps se laissent exprimer par des lois simples. Ces lois varieraient d'ailleurs suivant l'échelle que l'on adopterait. Ainsi, en prenant pour type le thermomètre à air, les lois de dilatation de tous les autres corps seraient croissantes; en choisissant le fer pour la substance thermométrique, tous les autres corps suivraient alors des lois de dilatation décroissantes. Enfin, si l'on admettait le thermomètre à mercure, corrigé de la complication que son enveloppe apporte à sa marche, le fer et le cuivre auraient une dilatabilité croissante, tandis que le platine et les gaz en auraient une continuellement décroissante.

Encore bien que, dans l'état où la question se trouve maintenant réduite, on ne puisse alléguer aucune raison péremptoire pour adopter exclusivement une de ces échelles, nous devons dire cependant que l'uniformité bien connue dans les principales propriétés physiques de tous les gaz, et surtout l'identité parfaite de leurs lois de dilatation, rendent très-vraisemblable que, dans cette classe de corps, les causes perturbatrices n'ont plus la même influence que dans les solides et les liquides; et que par conséquent les changemens de volume produits par l'action de la chaleur y sont dans une dépendance plus immédiate de la force qui les produit. Il est donc très-probable que le plus grand nombre des phénomènes relatifs à la chaleur se présenteront sous une forme plus simple, en mesurant les températures sur le thermomètre à air. C'est du moins par ces considérations que nous avons été déterminés à employer constamment cette

échelle dans les recherches qui font l'objet de la seconde partie de ce Mémoire : le succès que nous avons obtenu peut être donné comme un motif de plus en faveur de l'opinion que nous venons d'énoncer. Nous ne prétendons pas, au reste, qu'il faille exclure les autres échelles dans toutes les circonstances. Il serait possible, par exemple, que certains phénomènes se présentassent d'une manière plus simple, en comptant les températures sur les échelles thermométriques déduites de la dilatation de chacun des corps qui feraient le sujet de l'observation. C'est même ce qui nous a engagés à suivre avec tant de persévérance les comparaisons de toutes les échelles thermométriques.

(*Note ajoutée.*) A l'article de la dilatation du mercure, nous avons présenté le tableau des résultats obtenus par différens physiciens sur cette importante détermination. On y trouve celle dont on fait usage en France depuis plusieurs années, et qui est attribuée à MM. Laplace et Lavoisier. Nous nous étions bien aperçus qu'elle ne s'accorde point avec le nombre que Lavoisier rapporte dans ses Mémoires, t. I, p. 310, pour la dilatation apparente du mercure dans le verre ; mais nous avions pensé qu'elle résultait d'un travail postérieur et inédit. Depuis la rédaction de notre Mémoire, nous avons appris que ces illustres savans n'ont point entrepris de nouvelles expériences sur cet objet ; mais qu'il s'est glissé une erreur dans le calcul des observations ; de sorte que le véritable coefficient déduit de leurs mesures est $\frac{1}{5522}$, au lieu de $\frac{1}{5412}$. Celui que nous avons trouvé par un procédé tout-à-fait différent est $\frac{1}{5550}$, qui, comme on voit, s'en éloigne très-peu. Cet accord est une nouvelle garantie de l'exactitude de nos observations.

*(La suite au prochain Cahier.)*

# RECHERCHES CHIMIQUES

## *Sur plusieurs Corps gras, et particulièrement sur leurs combinaisons avec les alcalis.*

PAR M. CHEVREUL.

## VIIe MÉMOIRE,

Lu à l'Académie des Sciences le 26 février 1812.

### Ire PARTIE.

### *De la Cétine* (Spermaceti.)

1. DANS mon cinquième Mémoire sur les corps gras, où j'ai examiné la cétine, j'ai dit que cette substance se saponifiait difficilement par la potasse; qu'elle se convertissait, 1° en une matière soluble dans l'eau, mais n'ayant pas la saveur sucrée du principe doux des huiles; 2° en un acide gras, congénère de l'acide margarique, auquel j'ai donné le nom de *cétique*; 3° en un autre acide gras qui m'a paru être analogue à l'acide oléique. J'avais fondé l'existence de l'acide cétique comme corps particulier, sur ce que le savon de cétine ayant d'ailleurs toutes les propriétés apparentes d'un savon ordinaire bien fait, se délayait, dans l'eau chaude à 70 degrés, en une matière émulsive homogène, sans qu'il se manifestât, à la surface du liquide, une matière grasse fondue; sur ce que la matière en suspension, après avoir été séparée de son liquide, dissoute dans l'alcool, ne rougissait pas le tournesol, et ne se dissolvait point dans l'eau de potasse bouillante, tandis que la matière nacrée (surmargarate de potasse) qui se dépose

du savon des graisses ordinaires dissous dans l'eau, rougit le tournesol et est soluble dans l'eau de potasse bouillante; enfin, sur ce que l'analyse du dépôt du savon de cétine m'avait donné, pour la capacité de saturation de l'acide cétique, la proportion de 100 d'acide et de 8 de potasse; ce qui était très-différent de la capacité de saturation de l'acide margarique.

2. Depuis ce travail, j'eus l'occasion d'observer, 1° que la portion du savon de cétine insoluble dans l'eau, ou le cétate de potasse, était en partie gélatineuse et en partie nacrée; 2° que du cétate de potasse dissous dans l'alcool avait donné deux sortes de cristaux; 3° que le cétate de potasse exposé, sous une cloche de verre, à la chaleur d'un poêle, donnait un sublimé de matière grasse non acide; je soupçonnai que mon acide cétique pouvait être une combinaison ou un mélange d'acide margarique et d'un corps gras non acide; en conséquence j'en traitai par l'eau de baryte une petite quantité, puis je fis bouillir le savon qui en résulta dans l'alcool; la plus grande partie du savon ne fut pas dissoute, et la solution alcoolique, refroidie, filtrée et distillée, donna un résidu de matière grasse non acide. Mon soupçon étant ainsi vérifié, je fus conduit à soumettre la cétine du commerce à une nouvelle série d'expériences que je vais exposer. L'ayant traitée par l'alcool bouillant de la même manière que la graisse de porc (*voyez* 3$^{me}$ Mémoire), j'ai fini par obtenir *ma cétine fusible entre* 49 *et* 48,75, et *une matière grasse jaune* qui commençait à se figer à 32$^{d.}$; mais qui, à 23$^{d.}$, contenait *une huile fluide* qu'on en sépara par la filtration. La *matière grasse jaune* avait été obtenue du premier lavage de la cétine du commerce,

refroidi, filtré, puis distillé : elle se trouvait dans le résidu de la distillation. (*Voyez*, pour plusieurs de ses propriétés, la note du n° 29.)

## CHAPITRE PREMIER.

### *De plusieurs Propriétés de la Cétine fusible à 49d.*

3. Elle était plus sonore, plus brillante et moins onctueuse que la cétine du commerce : elle était aussi moins odorante; ce qui s'accorde avec l'observation que j'ai faite de l'existence de l'odeur rance dans l'huile jaune.

4. La cétine fusible à 49 était un peu moins soluble dans l'alcool que la cétine du commerce; car 100 parties de ce liquide d'une densité de 0,821 ont dissous 2,5 parties de la première, et 3,5 de la seconde. La première solution n'était ni acide ni alcaline au tournesol bleu et rouge, ainsi qu'à l'hématine : par le refroidissement, elle se troublait abondamment et déposait de petites lames nacrées.

## CHAPITRE II.

### *Action de la potasse sur la cétine fusible à 49d.*

5. Parce que la cétine se saponifie difficilement, et qu'en opérant dans des vases de verre la potasse dissout une grande quantité de silice, j'ai traité 20 grammes de cétine dans mon digesteur distillatoire par 20 grammes de potasse à l'alcool dissous dans 100 grammes d'eau. Le feu était appliqué sous le fond de l'appareil, afin d'éviter l'action décomposante de la chaleur sur la cétine privée d'eau, qui aurait pu s'attacher aux parois du cylindre. Je fis dix traitemens, dont chacun durait de trois à quatre heures. Le produit de la distillation contenait

un peu de matière grasse qu'on avait soin de remettre dans le cylindre après chaque traitement.

6. La matière restée dans le cylindre après la dixième opération paraissant parfaitement saponifiée, elle fut réunie au produit de la distillation, et le tout fut mêlé à un excès d'acide tartarique étendu d'eau. On obtint un liquide aqueux et une matière grasse qui pesait, après avoir été lavée et parfaitement séchée, 18g,45. J'ai tout lieu de croire que s'il n'y avait point eu de perte dans le traitement de la cétine, j'aurais obtenu une plus grande quantité de matière grasse.

## § Ier.

### *Examen du liquide aqueux.*

7. Il fut distillé. Le produit n'avait qu'une très-légère odeur; neutralisé par la baryte, il donna 0g,05 d'un acétate sec un peu jaunâtre. Le résidu de la distillation fut évaporé à siccité, puis traité par l'alcool; celui-ci, évaporé, donna un *liquide sirupeux jaune*, pesant 0g,535, qui n'avait qu'une saveur fade de mucilage, et qui semblait se figer à la manière du suif, sans cependant devenir solide. Il ne serait point impossible que, dans les saponifications des corps gras qui produisent du principe doux, celui-ci fût accompagné de la matière qui se trouve dans le *liquide sirupeux* dont nous venons de parler.

## § II.

### *De la Matière grasse du savon de cétine.*

8. Elle était d'un jaune citrin; elle présentait dans sa cassure, après avoir été fondue à la surface de l'eau, un tissu lamelleux et brillant. Un thermomètre qu'on y

plongea après l'avoir fondue à 55$^{d.}$ marqua 44,5 quand elle commença à se figer; mais le thermomètre continua à descendre jusqu'à 39, où la congélation fut complète. Fondue avec de l'eau, elle se congela entre 44,5 et 43,5. 100 d'alcool à 0,817 ont dissous sans bouillir 115 de matière grasse; la solution resta pendant plusieurs heures sans se troubler : après vingt-quatre heures, elle avait déposé de très-petites aiguilles brillantes ; elle rougissait fortement le tournesol, et la liqueur rouge passait au bleu par l'addition d'eau.

9. Pour savoir si la totalité de la matière était acide ou saponifiée, je la fis bouillir avec de l'eau de baryte en excès pendant une heure. Je fis sécher l'espèce de savon qui en résulta, et je m'assurai qu'il ne cédait point de graisse acide à l'alcool. Je traitai le savon par l'alcool d'une densité de 0,805 jusqu'à ce que ce liquide n'eût plus ou presque plus d'action. J'obtins un résidu de savon de baryte et des lavages qui, réunis, déposèrent un peu de ce même savon par le refroidissement. Les lavages refroidis et filtrés furent distillés. Le résidu de la distillation (1) contenait une graisse qui n'était point acide, quoique la baryte qu'elle contînt n'y fût qu'en très-petite quantité. Quant aux deux savons de baryte, savoir : celui qui avait été dissous dans l'alcool, et celui

---

(1) Le résidu de la distillation se prit en une masse molle par le refroidissement. L'ayant fait chauffer légèrement, tout fut redissous, à l'exception de cristaux qui, ayant été recueillis sur un filtre, pesaient 0,75. Je les pris d'abord pour du margarate de baryte cristallisé ; mais les ayant examinés, je leur trouvai les propriétés de l'acétate de baryte. L'acide acétique venait probablement de l'alcool plutôt que de la matière grasse.

qui ne l'avait pas été, ils furent décomposés par l'acide muriatique. La graisse qu'ils donnèrent était complètement saponifiée.

10. Certain, d'après ces résultats, que la matière grasse contenait deux sortes de substances, l'une qui était acide, et l'autre qui ne l'était point, je déterminai la proportion de ces deux substances par les expériences suivantes. De 100 de matière grasse traitée par la baryte, puis par 6000 d'alcool bouillant, on a obtenu, 1° un résidu qui, ayant été décomposé par l'acide muriatique, a donné 61,85 de graisse acide fusible à 46,5; 2° un savon qui s'est déposé de l'alcool par le refroidissement, qui contenait 1,09 de graisse acide; 3° une graisse non acide restée en dissolution dans l'alcool refroidi, qui fut traitée, d'abord à froid, par six fois son poids d'alcool à 0,791, puis, à une légère chaleur, par quatre fois son poids d'alcool. Ce qui ne fut pas dissous, traité par l'acide muriatique, donna 0,85 d'une graisse acide, fusible à 15$^{d}$. Le premier lavage alcoolique, évaporé, laissa 35,84 d'une graisse non acide, fusible à 52$^{d}$., et le second lavage 0,74 d'une graisse absolument pareille. En réunissant les produits acides, d'une part, et, d'une autre part, les produits non acides, on a :

| | |
|---|---|
| Graisse acide, | 63,79; |
| Graisse non acide, | 36,21. |
| | 100,00. |

ARTICLE PREMIER.

*De la Graisse acide.*

11. Elle cristallisait, après avoir été fondue, en petites aiguilles radiées un peu jaunes. Elle était soluble en

totalité dans l'eau de potasse bouillante très-étendue. La solution déposa par le refroidissement beaucoup de *matière nacrée*. On fit l'analyse de ce savon de la même manière qu'on avait fait celle des savons de graisse, et l'on arriva aux mêmes résultats, c'est-à-dire, à réduire le savon en *matière nacrée* et en un savon très-soluble dans l'eau froide. Les expériences suivantes prouveront que la première était du surmargarate de potasse, et le second un savon d'acide oléique.

(*a*) *Matière nacrée.*

12. Elle fut lavée sur le filtre, traitée par l'eau alcalisée bouillante; la liqueur alcaline refroidie déposa de la matière nacrée qui fut filtrée. Ce qui resta sur le filtre fut bouilli à plusieurs reprises dans l'eau distillée. La matière ainsi traitée fut dissoute dans l'alcool bouillant; les cristaux qui se formèrent par le refroidissement furent égouttés, séchés, puis analysés par l'acide muriatique. La moyenne d'un grand nombre d'expériences m'a donné :

| | |
|---|---|
| Acide margarique, | 100; |
| Potasse, | 8,9. |

L'acide margarique était fusible à 55d., et cristallisait en petites aiguilles radiées. Il était insipide et inodore, soluble à 60d. en toutes proportions dans l'alcool à 0,820. La solution rougissait fortement le tournesol, et la liqueur rouge redevenait bleue par l'addition d'eau.

13. Quand on n'a pas traité la matière nacrée par l'eau de potasse, qu'on ne l'a point lavée suffisamment avec de l'eau, et qu'on ne l'a point dissoute deux fois dans l'alcool, on peut obtenir une matière nacrée qui

donne à l'analyse un acide margarique dont la fusibilité peut varier entre 44 et 49$^{d.}$ (1), et une proportion de potasse qui peut être de 9,88 pour 100 d'acide margarique. La matière nacrée de la cétine m'a paru plus difficile à purifier que celle des savons de graisse de porc, etc., etc.

14. L'acide margarique de la cétine fut uni à de la baryte et à de la strontiane : en observant de suivre les mêmes procédés que ceux décrits dans le 4$^{me}$ Mémoire, n° 39, on obtint les résultats suivans :

| | |
|---|---|
| Acide margarique, | 100; |
| Baryte, | 28. |
| Acide margarique, | 100; |
| Strontiane, | 20,68 (2). |

Des analyses de margarate de plomb m'ont donné, pour 100 d'acide, 85 et 112 d'oxide. J'ai obtenu les mêmes proportions en opérant sur le margarate de plomb formé avec de l'acide extrait du savon de graisse de porc. Je reviendrai sur ces résultats lorsque je m'occuperai de déterminer si l'acide margarique, l'acide oléique peuvent être considérés comme des hydracides.

(*b*) *Oléate de potasse.*

15. Je ne crus pas devoir l'épuiser de toute matière

---

(1) Ce que j'attribue à de l'acide oléique ; car ayant neutralisé par de la potasse un acide oléique fusible à 46,5, et ayant recueilli et purifié la matière nacrée que ce margarate donna, j'en ai obtenu un acide fusible à 55, et l'eau-mère de la matière nacrée m'a donné une graisse acide fusible à 36.

(2) Ces résultats, que j'ai obtenus directement, sont aussi les moyennes d'un grand nombre d'expériences.

nacrée, à cause de la petite quantité de savon qui était à ma disposition. En conséquence je le décomposai par l'acide tartarique; j'obtins un *acide oléique fusible* à 18d., qui était jaune, soluble dans l'alcool d'une densité de 0,821, en toutes proportions, la température étant à 25d.

Des oléates de baryte, de strontiane et de plomb me donnèrent à l'analyse :

| | |
|---|---|
| Acide oléique, | 100; |
| Baryte, | 31,24. |
| Acide oléique, | 100; |
| Strontiane, | 23,18. |
| Acide oléique, | 100; |
| Oxide de plomb, | 100. |

### ARTICLE II.

### *De la Graisse non acide.*

16. Conservée quelques jours dans un flacon fermé, elle donna à l'atmosphère du vaisseau une odeur aromatique. Elle était incolore, demi-transparente comme la cire. Lorsqu'on la faisait refroidir promptement sur l'eau, la surface supérieure ne présentait point de traces sensibles de cristaux; elle était plane, tandis que la surface inférieure qui touchait l'eau était profondément sillonnée. Quand on la brisait, on voyait qu'elle était formée de lames brillantes. En ayant laissé refroidir lentement une portion que j'avais fondue dans une capsule de porcelaine, j'ai obtenu une matière dont la surface supérieure était cristallisée en petites aiguilles réunies en étoiles.

17. Un thermomètre plongé dans cette matière fondue à 80d. marqua 57 quand elle commença à se troubler, et 51 quand elle fut complètement figée. Tant qu'elle resta liquide, sa transparence était parfaite.

18. Elle paraissait soluble en toutes proportions dans l'alcool à 0,821 et à 0,791. Ces solutions n'avaient aucune action sur le tournesol.

19. 0,1, chauffé dans une capsule de platine placée sur les charbons ardens, se fondit, se volatilisa, et laissa une quantité de cendres qui donna 0,001 de sulfate de baryte, qui représentent 0,00066 de cette base. Donc :

| | | |
|---|---|---|
| Matière grasse, | 9934, | 100; |
| Baryte, | 66, | 0,066. |

20. On traita la matière grasse par cinq fois son poids d'alcool à 0,791; on laissa macérer à la température de 14d. pendant deux jours; on décanta l'alcool, et on le remplaça par cinq nouvelles parties; on décanta et l'on traita le résidu par de l'alcool chaud. Il resta un savon de baryte dont l'acide était fusible à 15d. Les trois liqueurs alcooliques contenaient évidemment la même substance, avec cette différence que la dernière contenait un peu plus de savon de baryte que les premières, qui en étaient presque dépourvues. Je fis plusieurs expériences sur les deux premières, dont le but était de séparer la matière grasse dissoute en deux autres; mais les cristaux que j'obtins, examinés comparativement avec la matière des eaux-mères, me firent conclure *que l'alcool ne pouvait réduire la matière grasse en plusieurs sortes de matières.* En conséquence je pris le parti d'en traiter 3g,62 dans le digesteur avec 3g,62 de potasse dissous dans 100g. d'eau;

je fis huit opérations : la dernière donna une *matière savonneuse flexible,* légèrement citrine, fusible entre 64 et 60d., et un liquide alcalin qui ne contenait point de principe doux.

*Examen de la Matière savonneuse flexible.*

21. 0g,500 de cette matière, qui avait été préalablement passée dans l'eau, puis fortement pressée entre des papiers et fondue, ont donné : muriate de potasse 0g,047, qui représentent 0g,02979; et 0,400 d'une graisse jaune fusible à 50d. Donc :

| | | |
|---|---|---|
| Graisse fluide à 50, | 400, | 100; |
| Potasse, | 29, | 7 (1). |

(1) Une matière savonneuse flexible provenant d'un échantillon de cétine autre que celui qui a été le sujet des expériences rapportées dans le texte du Mémoire, m'a présenté des faits analogues que je rapporterai dans cette note.

100 de matière flexible séchée entre des papiers ont perdu par la fusion 19,8 d'eau.

Cette matière fondue était composée de :

| | |
|---|---|
| Matière grasse, fusible à 52... | 100; |
| Potasse, | 6,52. |

2g. de matière flexible ont été mis avec 500g. d'eau chaude; la matière a blanchi, et a fini par former un liquide demi-transparent qui s'est pris, par le refroidissement, en une gelée claire et visqueuse. On a jeté le tout sur un filtre; on a passé dessus 2 litres d'eau : la matière restée sur le filtre ressemblait à de l'hydrate d'alumine. Elle fut mise avec 2 litres d'eau; on fit bouillir : une portion de la matière fit émulsion; une autre portion se sépara à la surface

22. $0^g,500$ de la *matière floconneuse flexible* mis avec $20^g$. d'eau ont perdu leur demi-transparence et leur couleur citrine en absorbant de l'eau ; ils sont devenus blancs de lait. Après trois heures de macération, on a fait bouillir : il s'est produit une émulsion parfaite qui, ayant été concentrée à la moitié de son volume, s'est recouverte de gouttelettes jaunâtres d'apparence huileuse, lesquelles, par le refroidissement, se sont figées, ont absorbé de l'eau et ont formé un liquide épais, blanc, mucilagineux. On a étendu cette matière d'une grande

---

du liquide, et une *huile citrine* qui, en se figeant, perdit de sa couleur, mais ne devint point mucilagineuse.

On décanta le liquide émulsif, on en fit bouillir la matière grasse qui s'était fondue en *huile citrine* avec 2 litres d'eau : celle-ci n'avait que très-peu d'action sur l'hématine. On fondit ensuite la matière avec 5 décilitres d'eau divisés en dix portions ; le dixième lavage avait encore de l'action sur l'hématine.

La matière ainsi lavée ne réagissait ni sur l'hématine ni sur le tournesol.

Elle était formée de :

| | |
|---|---|
| Matière grasse, | 100 ; |
| Potasse, | 0,76. |

La matière grasse rougissait légèrement le tournesol et se fondait à $52^d$.

J'ai observé que cette matière grasse mise avec la potasse ne forma pas de mucilage comme la matière grasse dont il est question dans le texte n° 23, parce que vraisemblablement l'eau avait séparé une plus grande proportion de graisse acide de la première matière, que de la seconde.

quantité d'eau, et on l'a jetée sur un filtre où on a lavé la matière insoluble jusqu'à ce que le lavage n'eût plus d'action sur l'hématine. Les lavages réunis et concentrés étaient parfaitement transparens ; mais ils se troublèrent par l'acide muriatique à cause d'un peu de savon qu'ils contenaient ; mais cette quantité était si petite, qu'on ne put obtenir de matière grasse réunie en globules. La matière restée sur le filtre ressemblait à de la gelée d'hydrate d'alumine ; chauffée doucement dans une petite capsule de platine, elle se changea en un liquide laiteux et mobile qui se recouvrit bientôt de gouttes huileuses jaunes ; la matière, retirée du feu, se prit en un mucilage opaque par le refroidissement ; enfin, ayant chassé toute l'eau du mucilage, on a obtenu une matière qui, étant fondue, ressemblait à une huile jaune. Cette matière était formée de :

Matière grasse très-légèrement acide au tournesol, 100 ;
Potasse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,63.

D'où il suit que l'eau avait enlevé à la matière savonneuse flexible une grande partie de son alcali et un atome de graisse saponifiée, et que la matière lavée, quoique ne contenant que peu de potasse, avait cependant la faculté de faire un mucilage avec l'eau.

*Examen de la substance grasse de la matière savonneuse flexible, séparée de la potasse.*

23. Cette matière, mise en contact avec l'eau pendant plusieurs jours, ne devint point mucilagineuse : seulement elle absorba un peu d'eau et devint blanche. Y ayant ajouté quelques gouttes de potasse, puis ayant

exposé la matière à une douce chaleur, j'obtins sur-le-champ un *mucilage* qui était *grumelé*, et qui par conséquent n'était point homogène comme celui du n° 22 : ce défaut d'homogénéité était dû à un excès de potasse qui, n'ayant pas pu s'unir à la matière grasse, avait exercé sur l'eau une affinité telle que celle-ci n'avait point formé de mucilage. Cet effet est le même que celui que présente une eau alcaline qui ne dissout point le savon. Ce qui le prouve, au reste, c'est qu'ayant jeté le mucilage grumelé sur un filtre et ayant passé de l'eau dessus, il resta une matière qui, délayée dans l'eau, forma un mucilage homogène semblable à celui du n° 22. L'eau filtrée tenait un peu de savon en dissolution.

24. Il était bien prouvé, par les expériences précédentes, que la potasse est la cause du mucilage que produit la substance grasse dont nous venons de parler; mais il restait à déterminer si cette substance s'unissait aux alcalis, en raison d'un peu de graisse acide, soit acide oléique, soit acide margarique, qui se trouvait unie à une graisse non acide, ou bien si elle jouissait elle-même de cette propriété.

25. Pour résoudre cette question, je fis bouillir la substance grasse avec une solution d'hydrate de baryte pendant une heure; je recueillis toute la matière solide, je la fis sécher, et je la mis, à 12d., dans quinze fois son poids environ d'alcool d'une densité de 0,791, et je l'y agitai avec un tube de verre; je filtrai : il resta sur le papier des flocons blancs qui, ayant été traités par l'acide muriatique, après avoir été lavés avec l'alcool chaud, donnèrent de la baryte et une graisse acide,

fusible à 20d. environ, qui formait avec l'eau de potasse faible une solution parfaitement limpide, et qui se réduisait en matière nacrée et en oléate de potasse. Quant à l'alcool qui avait été séparé des flocons blancs et qui avait dissous la plus grande partie de la substance grasse soumise à son action, il fut évaporé; la substance fixe qu'il laissa, contenant encore de la baryte, fut traitée à froid par l'alcool d'une densité de 0,791. La solution, séparée par la filtration de quelques flocons de savon de baryte indissous, évaporée, donna une matière grasse qui ne laissa pas de trace sensible de baryte après avoir été incinérée.

26. Cette matière était fusible à 52; elle cristallisait par le refroidissement en petites aiguilles radiées; elle était blanche, légèrement citrine quand elle était liquide. Chauffée dans une capsule de platine au bain de sable, elle se fondait, puis s'évaporait en grande partie; en élevant la température, elle s'enflammait, laissait un peu de charbon qui brûlait sans laisser une quantité de cendres appréciable à la balance.

27. L'alcool d'une densité de 0,812 la dissolvait en toutes proportions à la température de 54d. La solution alcoolique n'avait aucune action sur le tournesol bleu, sur le tournesol rouge et sur l'hématine, lors même qu'on y ajoutait une quantité d'eau telle que la précipitation de la matière grasse n'eût pas lieu. La solution alcoolique, exposée au froid, déposa des cristaux qui n'étaient point aussi brillans que ceux de la cétine. La cétine est beaucoup moins soluble dans l'alcool que la substance dont nous nous occupons; car 5 grammes d'alcool d'une densité de 0,791, qui ont dissous à chaud 0g,792 de cé-

tine, laissent cristalliser une grande partie de cette substance au bout de vingt-quatre heures, tandis que la dissolution de l'autre substance ne se trouble pas dans le même temps.

28. On prit deux parties égales de la substance grasse : l'une fut mise avec de l'eau pure, l'autre avec de l'eau légèrement alcalisée ; on fit digérer pendant deux heures ; on évapora deux fois à siccité, et on reprit chaque fois le résidu par l'eau. On n'obtint point de mucilage ; on n'en obtint pas davantage après avoir remplacé l'eau alcalisée de la seconde portion par de l'eau pure ; et en fondant plusieurs fois cette portion avec de l'eau, on l'obtint privée de potasse. La matière grasse conservée dans l'eau pure blanchit un peu à la surface ; mais l'ayant exposée un moment au soleil, elle jaunit et devint demi-transparente : dans cet état, elle se fondit sans dégager d'eau.

29. D'où il suit que la matière grasse fusible à 52ᵈ· que l'on obtient de la cétine traitée par la potasse n'est point acide au tournesol quand elle a été purifiée par la baryte et l'alcool d'une petite quantité d'acides margarique et oléique, et qu'elle n'est pas susceptible de former un mucilage avec la potasse (1).

---

(1) Quoique je n'aie pu séparer, au moyen de l'alcool, plusieurs sortes de corps de cette matière grasse fusible à 52ᵈ·, cependant mes expériences ne sont pas assez nombreuses pour classer définitivement cette matière parmi *les espèces* de corps gras.

Je ferai observer que l'*huile jaune*, séparée de la cétine du commerce par l'alcool (*voyez* n° 2), donne, comme la cétine, quand on la traite par la potasse, *une substance grasse non acide;* mais celle-ci, au lieu d'être fusible à 52, se

## CHAPITRE III.

### *Action de la potasse, du margarate de potasse dissous dans l'eau sur la cétine.*

31. Ayant observé l'action de la potasse et de la portion de la cétine saponifiée, sur la portion qui ne l'avait point été, 1° dans l'expérience n° 1, où, en délayant le savon de cétine dans l'eau chaude à 80d., j'avais obtenu une émulsion sans qu'il se manifestât à la surface du liquide une matière grasse fondue, ce qui m'avait d'abord fait croire que la saponification de la cétine avait été complètement opérée; 2° dans les expériences où j'avais enlevé à la portion de cétine non saponifiée la propriété de faire mucilage avec l'eau, en en séparant un peu de graisse saponifiée, n° 25 et 28, je fus conduit à essayer sur la cétine l'action de l'eau de potasse, de l'acide margarique. Voici mon expérience et les phénomènes qu'elle me présenta.

32. On prit 11 grammes d'acide margarique fusible à 54d., 7 grammes de cétine fusible à 48d. (cette propor-

---

fond à 20d. environ : en outre, elle ne produit pas de principe doux; elle donne de l'acide margarique et de l'acide oléique; elle ne s'empâte d'ailleurs que très-difficilement.

L'huile jaune que j'ai obtenue était encore fluide à 18d., et, dans cet état, retenait probablement de la cétine. Serait-elle le résultat de l'action de l'air et de la lumière sur la cétine? ou plutôt serait-elle formée d'une huile liquide naturellement contenue dans la cétine du commerce, et qui aurait été plus ou moins altérée par les agens que nous venons de nommer? Quelle que soit, au reste, l'origine de cette huile, je pense qu'on doit regarder sa couleur et son odeur comme étant dues à des principes particuliers.

tion est à-peu-près celle où se trouve la cétine saponifiée et la cétine non saponifiée, dans la cétine qui a été soumise à l'action de la potasse). On les mit dans un ballon de verre d'une capacité de treize décilitres; on ajouta 16 grammes d'eau et 18 grammes de potasse à l'alcool. On fit chauffer; les matières formèrent un magma gélatineux; on versa sur le magma 100 grains d'eau et on fit bouillir pendant une demi-heure. On laissa macérer les matières pendant deux jours, puis on les fit digérer pendant deux heures; le liquide ne devenant pas transparent, on mit dans le ballon 300 grames d'eau et on fit bouillir pendant quelques minutes; on plongea ensuite un thermomètre dans la liqueur retirée du feu, et on observa les phénomènes suivans pendant le refroidissement.

A 100$^{d.}$, le liquide était laiteux, sans pourtant présenter de flocons; à 66$^{d.}$, il commença à s'éclaircir sensiblement, et alors on aperçut dans l'intérieur des flocons demi-transparens; à 60$^{d.}$, il était si limpide, qu'ayant placé sous le ballon un livre dont les caractères étaient en *petit-texte*, on les lisait sans peine. Le liquide conserva sa transparence jusqu'à 56; mais, à partir de ce terme, il commença à la perdre peu à peu. A 54$^{d.}$, la lecture était moins facile qu'à 56; à 52$^{d.}$, elle était difficile; à 50$^{d.}$, elle était absolument impossible; on distinguait à peine le noir des caractères du blanc du papier; ensuite des flocons blancs se produisirent dans les parties qui se refroidissaient les premières; et à 46$^{d.}$, la liqueur était blanche et si visqueuse qu'elle semblait ne former qu'une gelée nacrée. A 45$^{d.}$, elle était tout-à-fait opaque; enfin, à mesure qu'elle se refroidit davantage, elle perdit de sa viscosité; et ce qu'il y a de remarquable, c'est

qu'ayant été abandonnée à elle-même pendant plusieurs jours, elle se réduisit en une masse solide, nageant dans un liquide parfaitement transparent (1), ainsi que cela arrive au sang abandonné à l'action spontanée de ses principes immédiats.

33. On décomposa le liquide par l'acide tartarique; on obtint, 1° un liquide aqueux qui, ayant été évaporé, céda à l'alcool $0^g,055$ d'un liquide sirupeux, nullement sucré et très-peu coloré; 2° une matière grasse, fusible à $48^{d.}$, pesant $17^g,88$.

34. Ayant traité ces $17^g,88$ par l'eau de baryte, et l'espèce de savon qui en résulta par l'alcool bouillant, j'ai obtenu :

1°. Un résidu insoluble dans l'alcool bouillant, qui, décomposé par l'acide muriatique, a donné $13^g,89$ d'une graisse entièrement saponifiée, fusible à $52^d,5$, et soluble en totalité dans l'eau de potasse.

2°. Un savon de baryte qui se déposa de l'alcool pendant le refroidissement, et qui, décomposé par l'acide muriatique, donna $0^g,205$ de graisse entièrement saponifiée, qui fut réunie à la précédente; ce qui en éleva la quantité à $14^g,095$.

3°. Un lavage alcoolique qui, après avoir été séparé du savon précédent, fut distillé. Le résidu de la distillation, refroidi, contenait un précipité abondant; l'ayant fait chauffer doucement, la plus grande partie du précipité

---

(1) Ce liquide aqueux contenait de la potasse caustique, une quantité extrêmement petite de graisse saponifiée; enfin, de la matière soluble dans l'eau qui est produite par l'action de l'alcali sur la cétine.

fut redissoute ; il ne resta que 0g,185 d'acétate de baryte sous la forme de petits cristaux semblables à ceux obtenus de l'opération rapportée dans la note du n° 9. Il est plus probable que l'acide acétique provenait plutôt de l'alcool employé que de la cétine. Quant à la matière qui s'était redissoute dans l'alcool légèrement chaud, on la sépara de son dissolvant au moyen de la chaleur et de l'eau : elle pesait 3g,441 ; elle était fusible à 52d. L'ayant mise avec cinq fois son poids d'alcool d'une densité de 0,791, à la température de 15d., et ayant agité fortement les matières pendant trois heures, il n'est resté qu'un très-léger résidu de savon de baryte et de matière grasse. Le liquide alcoolique, concentré, a donné avec l'eau une matière grasse qui avait les propriétés suivantes :

35. Elle était demi-transparente, incolore ; elle se figeait à 49d. Refroidie lentement, elle présentait de petites aiguilles réunies en étoiles à la surface : sa solution alcoolique n'avait aucune action sur l'hématine et le tournesol. Elle avait par conséquent beaucoup d'analogie avec la portion de cétine qui résiste à l'action de la potasse. Cependant, comme cette matière était, relativement à la portion acidifiée, dans la proportion de 52,64 à 47,36, au lieu de celle de 36,21 à 63,79, trouvée par le traitement direct de la cétine par la potasse (*voyez* n° 10), je traitai la matière non acide dans le digesteur avec son poids de potasse ; je fis huit opérations : la masse savonneuse flexible que j'obtins me donna une graisse qui fut traitée par l'eau de baryte ; la masse savonneuse qui en provint l'ayant été par l'alcool bouillant, me donna :

| | |
|---|---|
| Graisse acide, fusible à 47, | $0^g,820$; |
| Graisse non acide, fusible à 51, | 2,620. |
| | $3^g,440$. |

Par conséquent, en réunissant tous les produits acides, on a la proportion de matière acide 59,9; matière non acide 40,1; ce qui prouve que, dans la dissoluion de la cétine par le margarate de potasse alcalin, la cétine n'éprouve pas, de la part de la potasse, tout le changement qu'elle est susceptible d'éprouver de la part de la potasse pure (1).

36. Il me parut convenable de répéter les expériences précédentes avec un acide margarique obtenu d'une autre substance que de la cétine, parce que, dans le cas où les deux acides margariques se comporteraient de la même

(1) Pour pouvoir apprécier l'influence de l'acide margarique, je mis dans un ballon 7 grammes de cétine fusible à $48^d$, 16 grammes d'eau tenant 11 grammes de potasse à l'alcool. Je fis chauffer; les matières ne s'empâtèrent point: j'y ajoutai de l'eau, comme dans l'expérience précédente, et je les exposai à la chaleur, dans les mêmes circonstances que celles où j'avais mis la cétine mêlée à l'acide margarique. Les matières ne s'empâtèrent point; le seul phénomène que j'observai après le refroidissement, c'est qu'il y avait des flocons au-dessous de la cétine qui s'était figée. Ayant abandonné les matières à elles-mêmes à une température de $15^d$., ces flocons augmentèrent. Au bout d'un mois, j'enlevai avec une spatule $5^g,50$ d'une cétine d'un beau blanc, fusible à $49^d$; je filtrai le liquide que contenaient les flocons. (*a*) *Flocons restés sur le filtre.* Ils étaient sous la forme d'une matière mucilagineuse d'un blanc jaunâtre. Ils furent

manière, ce serait une preuve nouvelle à ajouter à leurs ressemblances ; et quand on considère le petit nombre de propriétés qui peuvent nous guider dans la spécification des corps gras, on doit s'empresser de soumettre ceux-ci à une étude comparative, toutes les fois que l'on découvre entre quelques-uns d'eux de nouveaux rapports. D'ailleurs, j'étais bien aise de répéter mes observations sur la dissolution d'un corps qui ne peut exister que dans une limite très-étroite de l'échelle thermométrique; en conséquence on mit dans un ballon 11 grammes d'acide margarique du bœuf, fusible à 57 d.; 7 grammes de cétine du commerce, fusible à 44 d.; 16 grammes d'eau tenant en dissolution 18 de potasse à l'alcool. Par une légère chaleur, les matières s'empâtèrent parfaitement. On ajouta 100 grammes d'eau; on fit digérer deux heures; on abandonna ensuite les matières pendant vingt-quatre

---

décomposés par l'acide muriatique; on obtint une matière grasse, fusible à 37,5, laquelle était formée, 1° d'un peu d'acides margarique et oléique, fusibles à 48; 2° d'une graisse non acide, fusible à 44, laquelle m'a paru être le résultat de l'union de la cétine avec la matière grasse non acide dont il a été question nos 26 et 27. (*b*) *Liquide filtré*. Il fut concentré et décomposé par l'acide muriatique : on sépara, par ce moyen, une matière grasse acide, fusible à 33d., consistant en acides margarique et oléique. J'estime que le poids de toute la cétine acidifiée dans cette opération était de 0g,576 ; ce qui est bien différent de 3g,095, poids de la cétine acidifiée par l'intermède de l'acide margarique. Il faut observer encore que, dans l'expérience rapportée dans cette note, les matières avaient été bien plus long-temps en contact que dans l'expérience du no 32.

heures; puis on ajouta 400 grammes d'eau, et on fit chauffer, après avoir plongé un thermomètre dans la liqueur. Quand la température fut à 70$^{d.}$, on retira le liquide du feu, et alors on observa les phénomènes suivans : à 70$^{d.}$ on ne distinguait point la portion du thermomètre qui était plongée dans le liquide, celui-ci était laiteux; à partir de 64, il s'éclaircit sensiblement; à 60, il était demi-transparent, on distinguait parfaitement le thermomètre; à 59$^{d.}$ la transparence était complète, on lisait au travers du liquide; à 55$^{d.}$, celui-ci n'était plus que demi-transparent; à 54$^{d.}$, la matière nacrée commença à se manifester; à 53$^{d.}$, on ne distinguait plus le thermomètre; à 49$^{d.}$, il y avait une quantité considérable de matière nacrée en suspension, et le liquide avait une grande viscosité. Enfin l'opacité alla en augmentant à mesure que la température s'abaissa. Ayant décomposé la masse savonneuse par l'acide muriatique, on obtint 17$^{g}$,9 d'une matière grasse, fusible à 47$^{d}$,5, laquelle ayant été traitée par l'eau de baryte, puis par l'alcool, donna les résultats suivans :

1°. 13$^{g}$,190 *d'une graisse acide, fusible à* 52$^{d}$,5 : elle provenait du savon indissous dans l'alcool.

2°. 0$^{g}$,423 *d'une graisse acide, fusible à* 43$^{d}$,5 : elle provenait du savon de baryte qui avait été dissous par l'alcool bouillant, et qui s'en était déposé par le refroidissement.

3°. 4$^{g}$,287 *d'une graisse non acide, fusible à* 44$^{d.}$ Cette dernière ayant été traitée par la potasse, et la masse savonneuse qui en résulta l'ayant été par un acide, on obtint une matière grasse qui fut bouillie avec de l'eau de baryte, puis soumise à l'action de l'alcool, on obtint,

1°. 1g,192 *d'une graisse acide, fusible à* 22.

2°. 3g,095 *d'une graisse non acide, fusible à* 51. Donc, dans cette opération, la matière acide était à la matière non acide dans la proportion de 55,15 : 44,85.

37. Le phénomène de limpidité que le liquide qui fait l'objet de ce chapitre présente dans un espace de température qui n'est guère que de 6d., est remarquable, suivant moi, en ce qu'il peut faire espérer que les causes de plusieurs phénomènes que l'on observe dans les fluides des animaux vivans, et que l'on regarde généralement comme indépendantes des forces physiques et chimiques, rentreront un jour dans le domaine de l'affinité.

## CHAPITRE IV.

### *De l'action sur le tournesol des solutions de surmargarate de potasse dans des alcools de diverses densités.*

38. L'existence de l'acide que j'ai appelé *cétique* était fondée sur deux observations principales : 1° sur ce que la *masse savonneuse* résultante de l'action de la potasse sur la cétine, délayée dans l'eau à 80d., ne laissait point séparer de matière grasse à sa surface, ce qui me semblait prouver que la matière grasse avait été complètement acidifiée par l'action de l'alcali ; 2° sur ce que le tournesol n'était point rougi par la solution alcoolique de la matière insoluble qui se sépare lorsqu'on traite par l'eau la masse savonneuse de cétine, ce qui me semblait prouver l'absence du surmargarate de potasse dans cette matière insoluble. Les expériences rapportées dans le chapitre précédent expliquent comment j'avais pu tirer une fausse conclusion de la première observation. Il me res-

tait à expliquer pourquoi la solution alcoolique d'une matière qui contenait bien certainement du surmargarate de potasse ne rougissait point le tournesol. Lorsque je découvris la véritable nature de cette matière, je crus un moment que la substance grasse non acide qui s'y trouvait était alcaline, et qu'elle neutralisait l'excès d'acide du surmargarate de potasse; mais l'expérience m'ayant démontré la fausseté de cette opinion, je fus conduit à chercher une autre explication. Je la trouvai dans la grande concentration de l'alcool que j'avais certainement employé dans mes premières recherches sur la cétine (*voyez* le cinquième *Mémoire*) : en voici la preuve.

39. Si l'on fait chauffer 0g,02 de surmargarate de potasse dans 5g d'alcool d'une densité de 0,791, on obtient une solution qui ne précipite rien lorsqu'elle se refroidit à 30d., et qui ne rougit point 0g,26 d'extrait aqueux (1) de tournesol que l'on y ajoute goutte à goutte, lors même qu'on porte la liqueur à l'ébullition. Que l'on verse ensuite dans la solution 5 grammes d'eau, il ne se produira point de précipité, mais le tournesol passera au rouge. Pour rendre l'expérience plus frappante, il est bon de colorer l'eau en bleu par du tournesol, afin d'éloigner l'idée que l'effet produit tiendrait à de l'acide contenu dans l'eau; enfin si l'on ajoute 10 grammes d'eau à la liqueur rouge, il se précipite du surmargarate de potasse, et le tournesol repasse au bleu.

---

(1) Cet extrait de tournesol contenait :

| | |
|---|---|
| Eau, | 989; |
| Matière fixe, | 11. |
| | 1000. |

40. J'ai fait voir dans mon premier mémoire, que dans le cas où le tournesol est rougi par une solution alcoolique de surmargarate de potasse, la couleur du tournesol est mise à nu et du surmagarate neutre de potasse est formé; et que lorsqu'on ajoute de l'eau à la liqueur rouge, l'eau, en réduisant le margarate de potasse en surmargarate et en potasse, doit restituer à la couleur du tournesol l'alcali qu'elle a perdu. Le nouveau fait que j'expose ici ne contrarie nullement cette explication; car il se réduit à cet énoncé : *L'excès d'acide margarique du surmargarate de potasse dissous dans l'alcool à* 0,791 *est plus fortement attiré par le margarate neutre de potasse, qu'il ne l'est par la potasse du tournesol, ce qui n'a pas lieu pour le margarate de potasse dissous dans un alcool d'une densité de* 0,914 *environ.*

41. L'erreur que j'ai commise dans mon travail étant ainsi expliquée par l'expérience que je viens de rapporter, je trouvai celle-ci assez intéressante pour rechercher quelle pouvait être l'influence que l'eau exerçait sur l'alcool à 0,791 qui tenait du surmargarate de potasse en dissolution. J'observai d'abord que quand on ajoutait de l'extrait aqueux de tournesol à une solution de surmargarate dans l'alcool à 0,791, il se produisait un précipité bleu qui n'était pas dissous, lors même que l'alcool était chaud, car celui-ci filtré bouillant, laissait des flocons bleus sur le filtre, et passait incolore. Pour savoir jusqu'à quel point l'insolubilité du tournesol dans l'alcool concentré s'étendait, je fis dissoudre dans 5g d'alcool à 0,791 0,02 d'acide margarique, et j'y ajoutai, goutte à goutte, 0g,26 d'extrait aqueux de tournesol : sur-le-champ la liqueur devint rouge pourpre. Je fis bouillir

et je filtrai ; la liqueur passa, colorée en rouge, et il resta des flocons d'un rouge foncé sur le papier. L'insolubilité de l'extrait de tournesol dans l'alcool n'étant point un obstacle à ce que l'acide margarique dissous dans ce liquide enlève la potasse au tournesol, je pense qu'une autre force concourt avec l'insolubilité pour empêcher l'acide margarique en excès à la neutralisation de la potasse dans le surmargarate de cette base, dissous dans l'alcool, d'enlever la potasse au tournesol. Cette force est l'affinité de l'alcool absolu pour les corps gras en général. En effet, cette affinité décroissant rapidement à mesure que cet alcool s'unit à des proportions d'eau de plus en plus grandes, et l'affinité de ce même alcool pour la potasse allant plutôt en augmentant qu'en diminuant par la présence de l'eau, on conçoit que l'alcool absolu, en dissolvant le surmargarate de potasse, doit moins relâcher l'action du margarate de potasse sur l'acide margarique, que l'alcool aqueux, qui exerce moins d'affinité sur l'acide margarique en excès à la neutralisation ; qu'en conséquence cette action de l'eau sur l'alcool, réunie à celle qu'elle a pour dissoudre l'extrait de tournesol, détermine l'acide margarique en excès à quitter le margarate neutre pour se porter sur l'alcali du tournesol. Le fait que nous venons d'exposer, ajouté à ceux que j'ai fait connaître précédemment sur le tournesol, appuie ce que nous avons dit de ce réactif employé pour reconnaître l'acidité; ses indications ne sont que relatives, et ne donnent des conséquences exactes qu'autant que l'on tient compte des circonstances dans lesquelles ont réagi les corps que l'on a soumis à son action.

(*La suite au Cahier prochain.*)

## Sur *le Lait de l'arbre de la Vache et le Lait des végétaux en général.*

Par A. de Humboldt.

( Extrait. )

Nous donnons ici l'extrait d'un Mémoire que M. de Humboldt vient de lire dans une des dernières séances de l'Académie des Sciences. Les lecteurs qui desireront des renseignemens plus étendus sur un objet si intéressant pour la chimie végétale, les trouveront dans le cinquième volume de la *Relation historique* de M. de Humboldt, qui paraîtra incessamment.

« Nous avions entendu parler depuis plusieurs semaines, dans les vallées d'Aragua, d'un arbre dont le suc est un lait nourrissant : on l'appelle l'*arbre de la vache*, et on nous assurait que les nègres de la ferme, qui boivent abondamment de ce lait végétal, le regardent comme un aliment salutaire. Tous les sucs laiteux des plantes étant âcres, amers et plus ou moins vénéneux, cette assertion nous parut très-extraordinaire. L'expérience nous a prouvé, pendant notre séjour à Barbula (province de Caracas), qu'on ne nous avait point exagéré les vertus du *Palo de vaca*. Ce bel arbre a le port du Caimitier (1). Les feuilles, oblongues, terminées en pointe, coriaces et alternes, sont marquées de nervures latérales, saillantes par-dessous, et parallèles : elles ont

(1) *Chrysophyllum Cainito.*

jusqu'à dix pouces de long. Nous n'avons pas vu la fleur; le fruit est peu charnu, et renferme une et quelquefois deux noix. Lorsqu'on fait des incisions dans le tronc de l'*arbre de la vache*, qui paraît appartenir à la famille des *sapotilliers*, il donne en abondance un lait gluant, assez épais, dépourvu de toute âcreté, et qui exhale une odeur de baume très-agréable. On nous en présenta dans des fruits de *tutumo* ou calebassier. Nous en avons bu des quantités considérables, le soir avant de nous coucher et de grand matin, sans en éprouver aucun effet nuisible. La viscosité de ce lait le rend seul un peu désagréable. Les nègres et les gens libres qui travaillent dans les plantations le boivent en y trempant du pain de maïs et de manioc, l'*arepa* et la *cassave*. Le majordome de la ferme nous assura que les esclaves engraissent sensiblement pendant la saison où le *Palo de vaca* leur fournit le plus de lait. Exposé à l'air, ce suc offre à la surface, peut-être par l'absorption de l'oxigène atmosphérique, des membranes d'une substance fortement animalisée, jaunâtre, filandreuse, semblable à une *matière caséiforme*. Ces membranes, séparées du reste du liquide plus aqueux, sont élastiques presque comme du caoutchouc; mais elles éprouvent, avec le temps, les mêmes phénomènes de la putréfaction que la gélatine. Le peuple appelle *fromage* le caillot qui se sépare au contact de l'air : ce caillot s'aigrit dans l'espace de cinq à six jours, comme je l'ai observé dans les petites portions que j'en ai porté à l'Orénoque. Le lait, renfermé dans un flacon bouché, avait déposé un peu de *coagulum*, et loin de devenir fétide, il a exhalé constamment une odeur balsamique. Mêlé à l'eau froide, le suc frais se

coagulait à peine ; mais la séparation des membranes visqueuses eut lieu lorsque je le mis en contact avec de l'acide nitrique. Nous avons envoyé à M. de Fourcroy, à Paris, deux bouteilles de ce lait. Dans l'une il était à son état naturel, dans l'autre il était mêlé avec une certaine quantité de carbonate de soude.

» L'arbre extraordinaire dont nous venons de parler paraît propre à la *Cordillière du Littoral*, surtout depuis Barbula jusqu'au lac de Maracaybo. Il en existe aussi quelques pieds près du village de San Mateo, et, selon M. Bredmeyer, dont les voyages ont tant enrichi les belles serres de Schônbrun et de Vienne, dans la vallée de Caucagua, trois journées à l'est de Caracas. Ce naturaliste a trouvé, comme nous, le lait végétal du *Palo de vaca* d'un goût agréable et d'une odeur aromatique. A Caucagua, les indigènes appellent l'arbre qui fournit ce suc nourrissant *arbre de lait, Arbol de leche.*

» Long-temps avant que les chimistes eussent reconnu de petites portions de cire dans le pollen des fleurs, le vernis des feuilles et la poussière blanchâtre de nos prunes et de nos raisins, les habitans des Andes de Quindiù fabriquaient des cierges avec la couche épaisse de cire qui enduit le tronc d'un palmier. Il y a peu d'années qu'on est parvenu à découvrir en Europe le *caséum*, la base du fromage, dans les émulsions d'amandes ; cependant, depuis des siècles, dans les montagnes côtières de Venezuela, on regarde le lait d'un arbre, et le fromage qui se sépare de ce lait végétal, comme un aliment salutaire. Quelle est la cause de cette marche singulière dans le développement de nos connaissances ? Comment le peuple a-t-il reconnu dans un

hémisphère ce qui, dans l'autre, a échappé si long-temps à la sagacité des chimistes accoutumés à interroger la nature et à la surprendre dans sa marche mystérieuse? C'est qu'un petit nombre d'élémens et de principes différemment combinés sont répandus dans plusieurs familles de plantes; c'est que les genres et les espèces de ces familles naturelles ne sont pas également répartis dans la zone équatoriale et dans les zones froides et tempérées; c'est que des peuplades excitées par le besoin, et tirant presque toute leur nourriture du règne végétal, découvrent des principes nourrissans, des substances farineuses et alimentaires, par-tout où la nature les a déposés, dans la sève, les écorces, les racines ou les fruits des végétaux. Cette fécule amilacée qu'offrent dans toute sa pureté les graines des Céréales, se trouve réunie à un suc âcre, et quelquefois même vénéneux dans les racines des *Arum*, du *Tacca pinnatifida* et du Jatropha manihot. Le sauvage de l'Amérique, comme celui des îles de la mer du Sud, a appris à *dulcifier* la fécule, en la comprimant et en la séparant de son suc. Dans le lait des plantes et les émulsions laiteuses, des matières éminemment nourrissantes, l'albumine, le caséum et le sucre sont mêlés à du caoutchouc et à des principes caustiques et délétères, tels que la morphine (1) et l'acide hydrocyanique. Ces mélanges varient non-seulement dans les différentes familles, mais aussi dans les espèces qui appartiennent à un même genre. Tantôt c'est la morphine ou le principe narcotique qui caractérise le lait végétal, comme dans quelques papavéracées; tantôt c'est le caout-

---

(1) L'opium contient de la morphine, du caoutchouc, etc.

chouc, comme dans l'hevea et le castilloa; tantôt ce sont l'albumine et le *caséum*, comme dans le papayer et l'*arbre de la vache.*

» Les plantes lactescentes appartiennent surtout aux trois familles des euphorbiacées, des urticées et des apocynées, et comme en examinant la distribution des formes végétales sur le globe, nous trouvons que ces trois familles sont plus nombreuses en espèces dans la région basse des tropiques, nous devons en conclure qu'une température très-élevée contribue à l'élaboration des sucs laiteux, à la formation du caoutchouc, de l'albumine et de la matière caseuse. La sève du *Palo de vaca* nous offre sans doute l'exemple le plus frappant d'un lait végétal dans lequel le principe âcre et délétère n'est pas uni à l'albumine, au caséum et au caoutchouc : cependant les genres *Euphorbia* et *Asclepias*, si généralement connus par leurs propriétés caustiques, offraient déjà des espèces dont le suc est doux et innocent : tels sont le *tabayba dulce* des îles Canaries, dont nous avons parlé ailleurs (1), et l'*Asclepias lactifera* de Ceylan. Burman rapporte qu'à défaut de lait de vache, on se sert, dans le pays, du lait de cette dernière plante, et que l'on fait cuire avec ses feuilles les alimens que l'on prépare ordinairement avec du lait animal. On peut espérer qu'un voyageur profondément versé dans les connaissances chimiques, M. John Davy, éclaircira ce fait pendant son séjour à l'île de Ceylan; car il serait possible, comme

---

(1) *Euphorbia balsamifera.* Le suc laiteux du *Cactus mamillaris* est également doux. (Decandolle, *Essai sur les propriétés médicales des plantes*, page 156.)

l'observe très-bien M. Decandolle, que les indigènes employassent seulement le suc qui découle de la jeune plante à une époque où le principe âcre n'est point encore développé. On mange en effet, dans divers pays, les premières pousses des apocynées.

» J'ai essayé, par ces rapprochemens, de faire considérer, sous un point de vue plus général, les sucs laiteux qui circulent dans les végétaux et les émulsions laiteuses que donnent les fruits des amygdalées et des palmiers. Il me sera permis d'ajouter à ces considérations les résultats de quelques expériences que j'ai tenté de faire sur le suc du *Carica papaya* pendant mon séjour dans les vallées d'Aragua, quoique je fusse alors presque entièrement dépourvu de réactifs. Le même suc a été examiné depuis par M. Vauquelin (1). Ce chimiste célèbre a très-bien reconnu l'abumine et la matière caséiforme; il compare la sève laiteuse à une substance fortement animalisée, au sang des animaux; mais il n'a pu soumettre à ses recherches qu'un suc fermenté et un coagulum d'odeur fétide formé pendant la traversée du navire de l'Ile-de-France au Hâvre. Il a exprimé le vœu qu'un voyageur puisse examiner le lait du papayer au moment où il découle de la tige ou du fruit.

» Plus le fruit du carica est jeune et plus il donne de lait; on en trouve déjà dans le germe à peine fécondé. A mesure que le fruit mûrit, le lait, moins abondant, devient plus aqueux. On y trouve moins de cette ma-

(1) Vauquelin et Cadet de Gassicourt, dans les *Annales de Chimie*, tome XLIII, page 275; tome XLIX, p. 250 et 304.

tière animale *coagulable* par les acides et l'absorption de l'oxigène atmosphérique. Comme tout le fruit est visqueux, on pourrait croire qu'à mesure qu'il grossit, la matière *coagulable* est déposée dans les organes et forme en partie la pulpe ou la substance charnue. Lorsqu'on verse goutte à goutte l'acide nitrique, étendu de quatre parties d'eau, dans le lait exprimé d'un fruit très-jeune, on aperçoit le phénomène le plus extraordinaire. Il se forme au centre de chaque goutte une pellicule gélatineuse divisée par des stries grisâtres. Ces stries ne sont autre chose que le suc rendu plus aqueux, parce que le contact de l'acide lui a fait perdre l'albumine. En même temps, le centre des pellicules devient opaque et d'une couleur jaune d'œuf. Elles s'agrandissent comme par le prolongement de fibres divergentes. Tout le liquide offre d'abord l'aspect d'une agate à nuages laiteux, et l'on croit voir naître sous ses yeux des membranes organiques. Lorsque le *coagulum* s'étend sur la masse entière, les taches jaunes disparaissent de nouveau. En le remuant, on le rend grenu comme du fromage mou (1). La couleur jaune reparaît lorsqu'on

(1) Ce qui se précipite en grumeaux et en caillots filandreux n'est pas du caoutchouc pur, mais peut-être un mélange de cette substance avec du *caseum* et de l'albumine. Les acides précipitent le caoutchouc de la sève laiteuse des euphorbes, des figuiers et de l'hevea; ils précipitent le *caseum* du lait des animaux. Un *coagulum* blanc s'est formé dans des flacons *entièrement bouchés* renfermant le lait de l'hevea, et conservés parmi nos collections, pendant notre voyage à l'Orénoque. C'est peut-être le développement d'un

y verse de nouveau quelques gouttes d'acide nitrique. L'acide agit ici comme le contact de l'oxigène de l'atmosphère, à la température de 27° à 35°; car le coagulum blanc jaunit en deux ou trois minutes lorsqu'on l'expose au soleil. Après quelques heures, la couleur jaune passe au brun, sans doute parce que le carbone devient plus libre à mesure que l'hydrogène avec lequel il était combiné est brûlé. Le *coagulum* formé par l'acide devient visqueux, et prend cette odeur de cire que j'ai observée en traitant de la chair musculaire et des champignons (morilles) par l'acide nitrique (1). D'après les belles expériences de M. Hatchett, on peut supposer que l'albumine passe en partie à l'état de gélatine. Jeté dans l'eau, le coagulum du papayer, fraîchement préparé, se ramollit, se dissout en partie, et donne une teinte jaunâtre à l'eau. Le lait, mis en contact avec de l'eau seule, forme aussi des membranes. Il se précipite à l'instant une gelée tremblante, semblable à l'amidon. Ce phéno-

---

acide végétal qui fournit alors l'oxigène à l'albumine. La formation du *coagulum* de l'hevea ou d'un véritable caoutchouc est cependant beaucoup plus rapide au contact de l'air. L'absorption de l'oxigène atmosphérique n'est aucunement nécessaire pour la production du beurre qui se trouve tout formé dans le lait des animaux ; mais je pense qu'on ne saurait douter que, dans le lait des plantes, cette absorption produit les pellicules du caoutchouc, de l'albumine coagulée et du *caseum* qui se forment successivement dans des vases exposés à l'air.

(1) *Voyez* mes *Expériences sur la fibre irritable et nerveuse* (en allemand), tome I, page 177.

mène est surtout bien frappant si l'eau qu'on emploie est chauffée jusqu'à 40° ou 60°. La gelée se condense à mesure qu'on y verse plus d'eau. Elle conserve longtemps sa blancheur, et ne jaunit que par le contact de quelques gouttes d'acide nitrique. Guidé par l'expérience de MM. Fourcroy et Vauquelin sur le suc de l'hevea, j'ai mêlé au lait du papayer une dissolution de carbonate de soude. Il ne se forme pas de caillot, même lorsqu'on verse l'eau pure sur le mélange du lait et de la dissolution alcaline. Les membranes ne paraissent que lorsqu'en ajoutant un acide on neutralise la soude, et qu'il y a surabondance d'acide. J'ai fait de même disparaître le coagulum formé par l'acide nitrique, par le jus du citron ou par l'eau chaude, en le mêlant avec du carbonate de soude. La sève redevient laiteuse et liquide comme dans son état primitif; mais cette expérience ne réussit que lorsque le coagulum a été récemment formé.

» En comparant les sucs laiteux du papayer, de l'*arbre de la vache* et de l'hevea, on trouve une analogie frappante entre les sucs qui abondent en matière caséiforme et ceux dans lesquels domine le caoutchouc. Tous les caoutchoucs blancs et fraîchement préparés, de même que les *manteaux imperméables* (1) que l'on fabrique dans l'Amérique espagnole, en plaçant une couche du lait de l'hevea entre deux toiles, exhalent une odeur animale et nauséabonde. Elle paraît indiquer que le caoutchouc, en se coagulant, entraîne avec lui le *caseum*, qui n'est peut-être qu'une albumine altérée. Le fruit de l'*arbre à pain* n'est pas plus du pain que ne le sont les bananes

---

(1) *Ponchos y Ruanas encauchadas entrz dos telas.*

avant leur état de maturité, ou les racines tubéreuses amilacées du manioc, du dioscorea, du convolvulus batatas et de la pomme de terre. Le lait de l'*arbre de la vache*, au contraire, renferme la matière caséiforme, comme le lait des mammifères. En nous élevant à des considérations plus générales, nous regarderons, avec M. Gay-Lussac, le caoutchouc comme la partie huileuse, le beurre du lait végétal. En effet, dans le lait végétal, on trouve du *caseum* et du *caoutchouc*; dans le lait des animaux, du *caseum* et du *beurre*. Les deux principes albumineux et huileux diffèrent de proportions dans les diverses espèces d'animaux et de plantes lactescentes. Dans ces dernières, ils sont le plus souvent mêlés à d'autres substances nuisibles comme alimens, mais que l'on parviendrait peut-être à séparer par des procédés chimiques. Un lait végétal devient nourrissant lorsqu'il est dépourvu de principe âcre et narcotique, et qu'il abonde moins en caoutchouc qu'en matière caséiforme. »

---

## NOTICE *sur le Sucre de Betterave.*

Il est aujourd'hui reconnu, 1° que le sucre de betterave ne diffère en aucune manière du sucre de canne; 2° que les fabriques de sucre de betterave peuvent rivaliser, en temps de paix, avec celles des colonies; 3° que la culture des betteraves, loin de diminuer les récoltes en blé, en augmente le produit par la préparation des terres, et parce qu'en automne on sème du grain sur le même sol d'où l'on vient d'arracher ces racines; 4° que les marcs

de betteraves peuvent remplacer les fourrages pour la nourriture et l'engrais des bestiaux; 5° que l'extraction du sucre de la betterave doit enrichir l'agriculture française de plus de soixante millions par année.

Tous ces faits, que M. le comte Chaptal avait établis dans son Mémoire *sur le Sucre de Betterave*, lu à l'Académie royale des Sciences, inséré dans les *Annales de Chimie*, et imprimé chez M^me Huzard, rue de l'Eperon, ont été constatés par l'expérience et confirmés par le compte rendu de sa fabrique, qu'il a bien voulu nous communiquer.

Au mois de mai dernier, quarante-cinq arpens ont été semés en betteraves.

Le produit a été de . . . . . . 700,000 liv. en poids.

*Dépense.*

| | |
|---|---|
| 1°. Labours, semense, sarclage, arrachement, transport, frais de tout genre à la fabrique, pendant soixante-dix-neuf jours de travail effectif. . . . . . | 7,000 fr. |
| 2°. Main-d'œuvre. . . . . . . . . . . . . . | 2,075 |
| 3°. Combustible . . . . . . . . . . . . . . | 4,500 |
| 4°. Charbon animal . . . . . . . . . . . | 1,100 |
| 5°. Réparations, intérêts de la mise de fonds, et autres menus frais . . . . . . . . | 4,000 |
| Total. . . | 18,675 fr. |

*Produit.*

| | |
|---|---|
| 1°. Sucre brut, ou de première cristallisation . . . . . . . . . . . . | 29,132 liv. pesant. |
| 2°. Sucre provenant des mélasses recuites . . . . . . . . . . . . . . . . | 10,960 |
| Total en sucre brut . . . . . . . . | 40,092. |

*N^a^*. Le sucre provenant des mélasses n'est pas aussi pur que celui de première cuite, et doit subir un grand déchet au raffinage.

Outre ce produit en sucre, celui du marc a pesé 158,000 livres, et a nourri le troupeau de mérinos pendant soixante-dix-neuf jours.

On ne compte pas non plus les mélasses épuisées, qui cependant fourniront beaucoup d'eau-de-vie par la distillation.

Nous devons espérer que, sous peu de temps, l'agriculture française s'enrichira de cette nouvelle branche d'industrie que nous devrons en grande partie à la persévérance et aux lumières de M. le comte Chaptal.

---

## SUR *l'Expédition que le Gouvernement anglais se propose d'envoyer, cette année, vers le pole nord.*

L'EXPÉDITION projetée se composera de quatre bâtimens. Deux d'entr'eux, l'*Isabella* et l'*Alexander*, commandés par le capitaine Ross et le lieutenant Parry, déboucheront par le détroit de Davis; les deux autres, la *Dorothea* et le *Trent*, sous le commandement du capitaine Buchan et du lieutenant Franklyn, dirigeront leur route vers le pole nord. Les uns et les autres doivent tenter d'atteindre le détroit de Behring.

Tout ce que le bois et le fer pouvaient ajouter à la force des bâtimens a été employé. Les équipages sont uniquement composés de volontaires; ils jouiront d'une double paie; des pilotes expérimentés et accoutumés aux mers boréales ont été choisis parmi les navigateurs qui, tous les ans, se livrent à la pêche de la baleine. Les provi-

sions seront assez abondantes pour qu'on puisse, au besoin, hiverner au milieu des glaces ou sur les côtes de l'Amérique.

Ceux qui sont accoutumés à voir la mer où aboutit le détroit de Davis, figurer dans toutes les cartes géographiques sous le nom de *golfe de Baffin*, pourraient s'étonner qu'on ait choisi cette route pour tenter un voyage vers le pole; mais il faut remarquer que, récemment, la côte septentrionale de ce prétendu golfe n'a point été aperçue par des navigateurs qui néanmoins étaient parvenus à des latitudes aussi élevées que leur prédécesseur Baffin; d'ailleurs on a maintenant bien des raisons pour supposer que le Groënland n'est autre chose qu'une île ou un archipel totalement séparé de l'Amérique.

On sait d'abord qu'il y a, dans le détroit de Davis, un courant *perpétuel* dirigé du nord au sud, et qui se fait sentir tout aussi bien sur la côte orientale de l'Amérique que sur la rive occidentale du Groënland. Or, il serait difficile de concevoir qu'un courant dont la vitesse est souvent de quatre et même de cinq milles anglais (une lieue un tiers, ou une lieue $\frac{2}{3}$) à l'heure, et qui coule dans le même sens toute l'année, eût son origine au fond d'un golfe. Cet argument n'est pas le seul sur lequel s'appuient ceux qui maintiennent que la baie de Baffin communique directement avec les mers polaires. Le courant dont nous venons de parler entraîne avec lui, du nord au sud, d'immenses quantités de bois flottans analogues à ceux qui, charriés le long de la côte *orientale* du Groënland, vont quelquefois remplir toutes les baies septentrionales de l'Islande. Ces arbres n'ont certainement pas

végété au-delà du 70$^{me}$ degré, sur des terrains où l'on rencontre à peine quelques tiges isolées et rabougries de bouleau ; les branches et l'écorce dont ils sont recouverts prouvent que naguère ils étaient encore attachés au sol ; ne suffit-il pas d'ailleurs que les souches soient quelquefois rongées des vers pour qu'on ne puise pas admettre qu'elles proviennent de climats aussi froids ? Nous ajouterons que plusieurs fois on a rencontré, dans les mêmes parages, des solives flottantes qui portaient des traces évidentes de la cognée du bûcheron. Ces trains de bois sont ordinairement composés de sapin, de mélèze, de bouleau, de tremble, et d'autres arbres qui probablement ont été entraînés vers le bassin polaire par les rivières de l'Asie et de l'Amérique, et de là ramenés vers le sud par le courant boréal, dont une des branches passe entre l'Islande et le Groënland, et dont l'autre, suivant ce système, déboucherait par le détroit de Davis. En 1805, une baleine fut blessée, dans le détroit de Davis, par le capitaine Franks, et tuée peu de temps après, dans le voisinage du Spitzberg, par le fils du même navigateur, qui retrouva sur le corps de l'animal le harpon que son père lui avait lancé et sur lequel son nom était gravé. La même année et dans les mêmes parages, le capitaine Sadler tua une baleine qui portait le harpon d'un Esquimaux. Or, comme il est rare de voir ces cétacées doubler le cap Farewell, on est naturellement porté à admettre que pour aller du détroit de Davis au Spitzberg, ils sont passés par la baie de Baffin, et de là dans le bassin polaire, par un canal situé entre le Groënland et l'Amérique. Un coup d'œil sur la carte suffit pour montrer que cette route serait de beaucoup la plus courte.

L'existence bien avérée du courant rapide qui transporte, toute l'année, les eaux du bassin polaire dans l'Océan atlantique, semble exiger qu'un courant méridional vienne, dans quelqu'autre direction, remplir, pour ainsi dire, le déficit. Le détroit de Behring se présente comme son embouchure naturelle. Dans ce système, les eaux de la mer Pacifique seraient transportées, à travers ce détroit, du côté du pole boréal, et de là, se dirigeant par une route plus ou moins directe vers l'Océan atlantique, viendraient former les courans qu'on a observés sur la côte orientale du Groënland et dans le détroit de Davis. Les eaux des deux mers se mêleraient ainsi vers le pole Arctique, comme elles le font dans une région toute opposée, à l'aide des courans bien connus qui circulent autour du cap Horn et de l'extrémité méridionale de l'Afrique.

Le capitaine Burney, l'un des compagnons de Cook, a maintenu, dans un Mémoire lu à la Société royale de Londres il y a quelques mois, que la vieille Sibérie se joint à l'Amérique en formant une baie profonde dont l'ouverture est dans le détroit de Behring. On se rappelle que Cook ne rencontra, au nord de ce détroit, que des courans peu rapides : c'est sur cela que se fonde surtout M. Burney pour nier toute communication directe entre la mer Pacifique et le bassin polaire. On a répondu à cela que la barrière de glace dont la mer est recouverte dans ces parages, et qui, à en juger par son élévation, plonge de cinquante ou soixante pieds, doit être considérée comme une digue qui amortit les mouvemens à la surface; ce qui n'empêche pas l'eau, à une certaine profondeur, de couler avec une grande rapidité. Quelle route

auraient suivi, dans le système de M. Burney, des baleines qui, portant sur leurs corps les harpons dont elles avaient été frappées près du Spitzberg, se sont montrées ensuite sur la côte nord-ouest de l'Amérique, dans le voisinage de Nootka-Sound, ou sur les rives septentrionales de la Corée ? Supposerait-on qu'en se dirigeant vers le sud, elles avaient été doubler le cap Horn ?

Après avoir rapporté les argumens qui, dans l'état actuel de nos connaissances, doivent faire croire à une communication libre et directe entre la mer Pacifique et le bassin polaire, il nous reste à examiner si les navigateurs qui vont s'occuper de cette recherche ont plus de chances de réussite que leurs prédécesseurs, et si l'on peut espérer que les circonstances favoriseront une entreprise aussi hasardeuse.

C'est un fait bien connu que, depuis quatre cents ans, la côte orientale du Groënland était bloquée par une barrière de glace immense, continue, impénétrable et dirigée vers le nord-est; mais il paraît que durant les trois dernières années cette barrière s'est rompue et a été entraînée, par des courans, vers le midi. En 1817, M. Ocken, commandant du brick de Hambourg l'*Eleanora*, en dirigeant sa route à l'ouest, atteignit le Groënland par 72° de latitude, et le côtoya du sud au nord jusqu'au 80$^{me}$ degré sans rencontrer de glace. Les renseignemens que le capitaine Scoresby a transmis à sir Joseph Banks, confirment pleinement le rapport de M. Ocken. Cet intrépide navigateur écrit qu'il a trouvé, dans son dernier voyage en 1817, un espace de deux cents lieues carrées, compris entre les parallèles du 76$^{me}$ et du 80$^{me}$ degré, et d'où les glaces ont totalement

disparu. Par la latitude de 74°, il aperçut très-distinctement la côte du Groënland sur laquelle, ajoute-t-il, on aurait pu facilement débarquer ; il aborda, en revenant vers le sud, à l'île de *Jean-Mayen*, qui ordinairement était entourée de glaces, et y recueillit un certain nombre d'échantillons minéralogiques.

Toutes ces glaces ont été poussées vers le sud par les courans. En 1817, plusieurs navigateurs, en se rendant à Halifax, rencontrèrent des masses flottantes de quelques milles de tour, et qui s'élevaient au-dessus de la surface des eaux de 130 pieds : elles furent aussi très-abondantes sur le banc de Terre-Neuve, et gênèrent beaucoup les travaux de la pêche. Le lieutenant Parry de la marine royale, et ce fait n'est pas le moins remarquable, rencontra, le 2 d'avril dernier, par une latitude de $4^{\circ}\frac{1}{2}$ plus méridionale que celle de Paris, une île flottante qui s'élevait au-dessus des vagues de 150 pieds.

Il résulte indubitablement de tous ces faits, que les glaces des mers boréales ont éprouvé récemment, par des causes inconnues, une débâcle considérable, et qu'il est permis maintenant plus que jamais de concevoir l'espérance d'atteindre le pole arctique. Il sera seulement nécessaire que les commandans de l'expédition évitent autant que possible les détroits resserrés et le voisinage des côtes; car c'est là principalement que les obstacles se multiplient. On a appris que, l'an dernier, le *Neptune* d'Aberdeen, après s'être élevé, au nord du Spitzberg, jusqu'à une latitude de 83°.20′, la plus considérable peut-être où l'homme soit jamais parvenu, rencontra néanmoins une mer ouverte et sans glace. Quel que soit, au demeurant, le résultat du voyage que les capitaines

Buchan et Ross vont entreprendre, sous le rapport des questions géographiques que les navigateurs ont si souvent et si inutilement agitées, les phénomènes de la pesanteur, l'intensité des forces magnétiques, l'inclinaison et la déclinaison de l'aiguille, dans le voisinage des points où les géomètres ont placé un des centres d'action; les réfractions, les aurores boréales, les phénomènes météorologiques, etc., leur offriront les plus vastes et les plus intéressans sujets de recherches.

(La plupart des faits consignés dans cette notice ont été tirés d'une dissertation insérée dans le dernier cahier, février 1818, du *Quartely Review*, et qui, si nous sommes bien informés, a été rédigée par l'un des secrétaires de l'amirauté.)

---

## Lettre *de M.* Berzelius *à M.* Berthollet *sur deux Métaux nouveaux.*

Stockholm, le 9 février 1818.

« Je vous dois bien des remercîmens pour votre obligeante lettre du 21 juillet dernier. J'ai retardé à y répondre pour avoir à vous communiquer quelques résultats des recherches faites en Suède dans notre science favorite. Pour cette fois, j'en ai de bien intéressans à vous mander; c'est la découverte d'une substance métallique dont l'oxide est un nouvel alcali fixe, et celle d'une autre substance métallique acidifiable et plus analogue au soufre qu'à tout autre corps.

» Le nouvel alcali a été découvert par M. Arfredson, jeune chimiste très-habile, qui depuis un an travaille dans mon laboratoire. Il a trouvé cet alcali dans une

pierre déjà découverte par M. d'Andrada, dans la mine d'Uto, et nommée par lui *pétalite*. Cette pierre consiste, en négligeant les fractions, de 80 p. c. de silice, 17 p. c. d'alumine, et 3 p. c. du nouvel alcali. Pour en retirer ce dernier, on se sert de la méthode ordinaire de calciner la pierre en poudre avec du carbonate de baryte, et d'en séparer toutes les terres. Voici les principaux caractères de cet alcali : 1°. la plupart de ses combinaisons avec les acides sont très-fusibles ; le sulfate et le muriate se liquéfient long-temps avant d'être portés à une chaleur rouge. Le carbonate entre en fusion lorsqu'il commence à devenir rouge, et, dans cet état, il attaque le platine presqu'aussi fortement qu'un nitrate d'un autre alcali. Le sulfate se cristallise assez aisément, et les cristaux ne contiennent point d'eau de combinaison. Leur dissolution ne se précipite point par le muriate de platine ni par l'acide tartrique. Le muriate est extrêmement déliquescent, et surpasse en cette qualité peut-être même le muriate de chaux. Le nitrate cristallise en rhomboïdes ; mais il attire avidement l'humidité. Le carbonate est difficilement soluble dans l'eau ; par l'évaporation, on l'obtient cristallisé en prismes, mais ordinairement très-petits. Cet alcali a une plus grande capacité de saturer les acides que les autres alcalis fixes, et surpasse même la magnésie. C'est par cette circonstance qu'il a été découvert ; car le sel à base d'alcali obtenu par l'analyse surpassa beaucoup en poids ce qu'il aurait dû peser si la base en avait été de la soude ou de la potasse. Il était bien naturel de conclure qu'un sel à base d'alcali, qui n'est point précipité par l'acide tartrique, doit contenir de la soude. C'est ce que fit d'abord M. Arfred-

son ; mais ayant répété l'analyse de la pétalite trois fois avec entièrement les mêmes résultats, il crut en devoir examiner de plus près chaque partie constituante ; et c'est par la suite d'un tel examen qu'il s'aperçut que la substance alcaline avait des propriétés différentes des autres alcalis. Nous avons donné à cet alcali le nom de *Lithion*, pour rappeler qu'il a été découvert dans le règne minéral, tandis que les deux autres l'ont été dans le règne végétal. Ce nom est conforme à la nomenclature des langues suédoise et allemande, où l'on dit kali et natron, au lieu de potasse et de soude. Je suppose qu'en France on le nommera *Lithine*.

» La substance métallique acidifiable a été découverte de la manière suivante : dans une fabrique d'acide sulfurique, où on brûle du soufre retiré des pyrites de la mine de Fahlun, il se dépose sur le fond de la grande chambre de plomb une masse rougeâtre qui consiste principalement en soufre. J'ai, conjointement avec M. Gahn de Fahlun, acheté une part dans cette fabrique, et lorsque nous prîmes connaissance de la méthode d'opérer l'acidification du soufre, qui n'est pas entièrement la même que celle employée en Angleterre, le précipité rougeâtre nous frappa. Nous l'examinâmes, et trouvant qu'il donne en brûlant une odeur très-forte de raifort (*raphanus sativus*), nous crûmes pouvoir conclure que le précipité en question était un mélange de sulfure de tellure avec du soufre : cependant nous ne pouvions réussir à en extraire du tellure. J'en pris une petite quantité avec moi à Stockholm, où je l'examinai de plus près. Je trouvai alors que ce soufre contenait une substance étrangère, très-volatile, très-aisément réductible,

mais qui ne se laisse point précipiter par les alcalis, et je parvins, après quelques tentatives infructueuses, à en isoler cette substance.

» Voici les caractères que j'y ai découverts jusqu'ici: la couleur vue en masse est grise, avec un éclat métallique très-fort; sa cassure vitreuse comme celle du soufre, ou comme celle des fahlerz, dont elle possède la couleur; mais elle a plus d'éclat; sa pesanteur spécifique est 4.6 environ; elle est dure, mais très-friable, à-peu-près comme le soufre. Par la trituration, elle donne une poudre rouge qui par-ci par-là prend un poli métallique, comme celle des autres métaux cassans. A la température de l'eau bouillante elle se ramollit, et à une température un peu plus élevée elle entre en fusion. Pendant son refroidissement elle conserve une espèce de fluidité, comme le soufre ou la cire d'Espagne, de manière qu'on peut la pétrir entre les doigts, et, dans cet état, elle se laisse étendre en forme de fils menus, doués d'un vif éclat métallique; mais qui, entre l'œil de l'observateur et la lumière, sont entièrement transparens, laissant entrevoir une couleur rouge très-foncée. A une température un peu plus élevée, ce corps bout et distille en gouttes métalliques et opaques. Pendant la sublimation le globe de la cornue est rempli d'un gaz jaune, dont la couleur est cependant moins forte que celle du soufre gazéiforme. Si on le distille dans une cornue à col large, il se sublime en forme de fleurs d'une belle couleur de cinabre, lesquelles fleurs cependant ne sont point oxidées, et dont on obtient la même masse métallique et grisâtre par la simple fusion. Si on le sublime dans l'air sans qu'il puisse prendre feu, il

s'évapore en forme d'une fumée rouge qui n'a aucune odeur particulière. Si, au contraire, on y dirige la flamme d'une chandelle, ou si on y souffle avec un chalumeau, il colore la flamme d'une belle couleur bleu d'azur en répandant une odeur de raifort si forte que $\frac{1}{50}$ de grain évaporé de cette manière suffirait pour empester l'air dans un grand appartement. Klaproth a dit que le tellure répand cette même odeur. Cependant, ni le tellure purifié, ni son oxide, ni ses combinaisons avec les métaux, ne produisent cette odeur. Ce n'est que lorsque j'ai enfermé un morceau de tellure dans une petite boule de verre mince, et soufflant dessus avec le chalumeau jusqu'à ce que le tellure gazéifié fît un trou dans le verre amolli, que j'ai pu produire l'odeur en question : elle était alors entièrement la même que celle de la nouvelle substance. Je ne déciderai point si cette odeur leur appartient à tous les deux, ou si le tellure est souvent accompagné de la substance nouvelle. Cependant, pour rappeler les rapports de cette dernière avec le tellure, je l'ai nommée *sélénium*.

» Le *sélénium* se combine avec les métaux, souvent en produisant une vive ignition. Le séléniure de potassium forme un bouton métallique blanc-grisâtre, qui se dissout avec rapidité et sans effervescence dans l'eau, à laquelle il communique une couleur de bière forte et un goût absolument ressemblant à celui du sulfure de potasse. Les acides en dégagent un gaz dont l'odeur, lorsqu'il est étendu, est, à s'y méprendre, celle du gaz hydrogène sulfuré ; mais qui, lorsqu'il est introduit, même en très-petite quantité, dans le nez, produit des sensations extrêmement douloureuses, suivies d'une inflammation

très-forte et de symptômes catarrhals. L'hydroséléniure de potasse dissous dans l'eau se recouvre d'une pellicule d'abord rouge de cinabre, mais qui, à mesure qu'elle s'épaissit, devient grisâtre. Mêlée avec de l'acide muriatique, la liqueur se trouble et dépose une poudre rouge : ce qui prouve qu'elle tient en dissolution une partie de la substance nouvelle ajoutée en excès, tout comme cela a lieu dans les hydrosulfures sulfurés. Le sélénium se dissout dans les alcalis fixes, tant par la voie humide que par la fusion. Les séléniures des alcalis sont d'un rouge de cinabre. Ceux de baryte et de chaux sont de la même couleur; mais ils sont insolubles. Le sélénium se dissout aussi dans les huiles grasses, auxquelles il communique une couleur rouge. Les dissolutions n'ont aucune odeur hépatique comme celles du soufre.

» Le sélénium se dissout dans l'acide nitrique à l'aide de la chaleur. La solution, évaporée dans une cornue, donne un sel qui se cristallise et se sublime aisément en forme d'aiguilles cristallines, qui souvent ont la longueur d'un pouce. Le sublimé est très-soluble tant dans l'eau que dans l'alcool. Il a un goût purement acide, rougit fortement le tournesol, et donne avec les alcalis des sels particuliers. Il est donc un acide à base de sélénium : les séléniates alcalins cristallisent difficilement et attirent l'humidité de l'air. Le séléniate d'ammoniaque exposé à la chaleur se décompose; il se dégage un peu d'ammoniaque, et de l'acide sélénique se sublime après; mais la plus grande partie de l'ammoniaque est décomposée; il se dégage de l'eau et du gaz azote, et le sélénium reste en état de fusion; il peut être sublimé ensuite. Le séléniate de baryte est soluble dans l'eau, mais

presqu'insoluble dans l'alcool. Il cristallise en aiguilles, dont les extrémités se recouvrent d'un pinceau d'autres aiguilles plus petites. Leurs interstices se remplissent peu à peu, et, de cette manière, ce sel forme des cristaux globuliformes, dont la surface, même sous le microscope, paraît unie et lisse.

» Si dans une solution d'un séléniate on verse un peu d'acide muriatique, et qu'on y place ensuite un morceau de zinc, le sélénium se précipite en forme métallique; le zinc paraît d'abord recouvert d'une pellicule de cuivre; ensuite le sélénium se dépose en flocons rouges de cinabre. Si, au lieu d'acide muriatique, on y verse de l'acide sulfurique, le précipité se fait plus difficilement, prend une couleur grise et contient du sulfure de sélénium. Si, dans une solution d'acide sélénique, on fait passer un courant de gaz hydrogène sulfuré, le sélénium est précipité avec une couleur orange : le précipité devient rouge par l'exsiccation; au feu, il se fond, se laisse distiller, et donne une masse orange et transparente.

» Ces expériences suffiront pour convaincre de l'existence de ce corps particulier et intéressant sous tant de rapports. Il est évident qu'il tire son origine des pyrites de Fahlun. M. Gahn a souvent observé l'odeur de sélénium brûlé se répandre lorsqu'on grille la mine de cuivre à Fahlun; mais il l'a toujours attribuée à des traces de tellurium. Les pyrites de Fahlun, qu'on emploie pour l'extraction du soufre, sont beaucoup mêlées de galène, et il serait probable que le sélénium s'y trouvât en forme de séléniure de plomb. Nous ne manquerons point de faire des recherches là-dessus sur les lieux. La quantité de sélénium contenue dans ces minéraux est en tous cas

très-petite. 500 livres de soufre brulées à la fabrique d'acide sulfurique n'ont fourni qu'à-peu-près $\frac{1}{3}$ de gramme de sélénium. Il n'en reste rien dans l'acide sulfurique, parce que l'acide sulfureux a la propriété de réduire l'acide sélénique à l'état métallique.

» Je viens de faire des expériences sur les combinaisons de l'acide carbonique avec quelques bases. Il s'ensuit de ces expériences qu'il existe une espèce de sels doubles, composés de carbonate et d'hydrate de la même base, dans lesquels le carbonate est sans eau de cristallisation. Le carbonate bleu de cuivre est une combinaison de deux molécules de carbonate de cuivre avec une molécule d'hydrate de cuivre. La *magnesia alba* est une combinaison de trois molécules de carbonate de magnésie avec une molécule d'hydrate de magnésie; le sous-carbonate de zinc, tant l'artificiel que celui qui se trouve fossile, est composé de trois molécules de sous-carbonate de zinc avec une molécule d'hydrate de zinc, etc. Une exposition plus particulière de ces résultats serait trop longue pour l'étendue d'une lettre qui déjà a outre-passé les bornes d'une lettre ordinaire.

» Je vous prie de faire part de cette lettre à M. Gay-Lussac; je ne manquerai pas de lui envoyer mon Mémoire *sur le Sélénium* lorsque j'aurai fini mon travail sur ce corps singulier.

» J'ai ajouté un échantillon de sélénium, très-peu, en vérité; mais c'est, pour le moment, tout ce que j'ai pu vous envoyer, les expériences n'étant point encore finies, et toute ma provision n'étant que de 0,75 d'un gramme.

» J'ai l'honneur d'être, etc. »

## Sur *une Lampe sans flamme.*

Nos lecteurs se rappellent sûrement la curieuse expérience de sir H. Davy que nous avons rapportée tome IV, page 350, et qui consiste en ceci : qu'un fil de platine de $\frac{1}{60}$ ou $\frac{1}{70}$ de pouce anglais de diamètre, chauffé à la flamme d'une bougie, devient rouge resplendissant, aussitôt qu'on le plonge dans un mélange d'air et de vapeur d'alcool, et continue ainsi tant que la vapeur est en quantité suffisante. On n'a pas non plus oublié tout le parti que l'illustre inventeur de la lampe de sûreté a tiré de cette découverte, pour aider les ouvriers à se diriger dans les mines lorsqu'un mélange explosif est venu éteindre la flamme qui les éclairait. A l'aide d'une modification légère, le même artifice vient d'être appliqué à la construction d'un petit instrument de ménage qu'on désigne sous le nom de *lampe sans flamme.*

Un fil de platine d'*un centième de pouce anglais* ($0^{mm},25$) de diamètre, est roulé autour de la mèche d'une lampe à esprit-de-vin, de manière toutefois qu'une partie du fil la dépasse. Le coton étant allumé, le fil rougit en peu d'instans : on peut ensuite souffler la mèche ; mais la portion du fil qui est au-dessus ne s'éteint pas, puisqu'elle reste constamment plongée dans un mélange d'air et de vapeur d'alcool fournie par le liquide qui humecte la mèche. On a ainsi une lueur, faible à la vérité, mais qui suffit, par exemple, si l'on veut lire l'heure sur une montre, ou allumer de l'amadou.

Il est facile de voir qu'une telle lumière pourrait être placée sans danger dans le voisinage des corps les plus

combustibles, puisqu'aucune étincelle ne saurait être projetée par le fil. Une lampe construite sur ce principe n'avait consommé qu'une demi-once d'alcool en huit heures; elle avait été d'ailleurs totalement exempte de ces vapeurs désagréables qu'exhalent les mèches humectées par de l'huile. Il est bon d'ajouter que le fil, de temps à autre, doit être nettoyé. (*Annals of Philosophy*. Mars 1818, p. 217.)

---

## Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

### *Séance du lundi 2 février* 1818.

Au nom d'une commission, M. Percy fait un rapport sur le Mémoire que M. Roux avait présenté relativement à l'*opération de la cataracte.*

L'objet de l'écrit de M. Roux est de comparer entre elles les deux méthodes d'opérer la cataracte, dites par extraction ou par abaissement. Le rapporteur fait remarquer d'abord qu'elles ne sont pas aussi modernes qu'on le suppose généralement, et que Philoxène, deux cent soixante-dix ans avant l'ère chrétienne, opérait par abaissement, tandis que, vers la fin du premier siècle, Antylus pratiquait l'extraction. Il présente ensuite le tableau historique des vicissitudes que ces deux méthodes ont éprouvées, et arrive à M. Roux, qui, dans son Mémoire, se prononce pour l'extraction. Ce chirurgien rapporte que sur 660 opérations qu'il a faites jusqu'ici, 400 ont réussi sans qu'on puisse dire qu'il a choisi ses malades,

puisque c'est dans les hôpitaux que la plupart des sujets ont été traités. MM. les commissaires pensent que les opérateurs par abaissement pourraient présenter des résultats aussi avantageux. Il est, par exemple, à leur connaissance que sur soixante-cinq aveugles qui ont été opérés en divers temps, par abaissement, à l'Hôtel-Dieu, quarante-huit ont très-bien vu, et que sur vingt-deux qui ont subi la même opération à l'hospice de Perfectionnement, seize ont eu le même bonheur.

Les commissaires terminent leur rapport en remarquant que les deux méthodes d'opérer la cataracte ne peuvent avoir l'une sur l'autre qu'une supériorité relative, et que c'est au chirurgien à discerner celle qui convient le mieux dans telle ou telle autre circonstance donnée; enfin, qu'il n'y a aucun avantage à espérer d'une distinction qui, si on venait à l'établir, ouvrirait la carrière à des débats interminables et purement oiseux.

M. Lamé lit un Mémoire *sur la Détermination des surfaces du second degré par la géométrie descriptive.* (Il est renvoyé à l'examen d'une commission.)

Des commissaires sont également chargés de faire un rapport sur un écrit de M. Devaux relatif aux *glandes des végétaux.*

Sur l'invitation du Ministre de l'Intérieur, la section de chimie présente M. Duportal pour la place de professeur-adjoint de pharmacie à l'Ecole de Montpellier. (Aucun autre candidat ne s'était fait inscrire.)

M. Laplace, au nom d'une commission, propose pour sujet de prix, pour l'année prochaine, *la composition de tables lunaires déduites uniquement de la théorie.* (Nous ferons connaître plus tard le programme détaillé.)

*Séance du lundi 9 février.*

M. Duportal est nommé, au scrutin, candidat pour la place vacante à l'Ecole de Pharmacie de Montpellier.

M. Percy, au nom d'une commission, fait un rapport *sur les propriétés médicales des préparations d'or.*

M. le Dr Chrestien, de Montpellier, avait envoyé il y a long-temps à l'Académie, plusieurs cahiers volumineux contenant l'énumération des heureux résultats qu'il a fréquemment obtenus, en employant des préparations d'or dans le traitement de diverses maladies. Les commissaires ne se sont pas hâtés de faire leur rapport, afin de vérifier par eux-mêmes plusieurs des effets annoncés. Voici quelques-unes de leurs conclusions : « Il s'en faut » bien que l'or et ses préparations aient l'inertie et l'im- » puissance dont les accusent plusieurs auteurs et prati- » ciens modernes, d'ailleurs très-recommandables........ » Ces substances sont douées de propriétés médicamen- » teuses qu'on ne saurait révoquer en doute; elles sont » éminemment excitantes, etc... Une étude plus appro- » fondie des conditions de ce genre de médicament; une » observation plus attentive des phénomènes qui lui sont » propres, etc., etc., restitueront définitivement à l'art » de guérir un secours puissant qu'il n'a pu encore se » décider à adopter, faute d'être suffisamment rassuré sur » son utilité et sur son innocuité, l'un et l'autre également » en litige depuis trop long-temps. »

M. le Dr Chrestien avait annoncé qu'avec de l'*or pur* limé très-fin et appliqué en friction sur la langue, à la dose d'*un* grain, et graduellement de *deux* et *deux et demi*, il avait guéri une syphilis des plus rebelles.

Quelques médecins révoquaient ces effets en doute. MM. les commissaires ont reconnu, conformément à ce que dit l'auteur, qu'une friction faite avec quatre grains de poudre d'or sur la langue et les gencives produit tantôt un ptyalisme copieux, tantôt d'abondantes évacuations alvines, et quelquefois de grandes sueurs.

On présente, de la part de M. Risso, pour être lu dans une des séances suivantes, un Mémoire intitulé : *Coup-d'œil géologique sur les environs de Nice.*

M. Girard, au nom d'une commission, commence la lecture d'un rapport sur le Mémoire que M. Vicat avait présenté, et dans lequel il traite de la composition des mortiers et bétons.

Nous n'avons ici ni le temps ni l'espace nécessaires pour donner une idée complète de l'important travail de M. Vicat. Nous y reviendrons dans un des plus prochains Cahiers.

*Séance du lundi* 16 *février.*

M. Daussi lit un Mémoire *sur la planète Cérès.* (Il est renvoyé à l'examen d'une commission.)

M. Chevreul lit son 7^me^ Mémoire *sur les Corps gras.* (*Voyez* plus haut.)

Le même savant dépose un paquet cacheté.

M. Girard achève la lecture de son rapport sur le Mémoire de M. Vicat. Le travail de ce dernier ingénieur a été approuvé par l'Académie, et sera imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers.*

On lit une lettre de M. Cagniard-Latour, annonçant qu'il vient d'exécuter une machine hydraulique dans laquelle l'eau s'élève par l'effet d'explosions successives de

la vapeur, dont le bruit est comparable à celui d'une arme à feu qui aurait été faiblement chargée. Il appelle cette machine *canon pyro-hydraulique.* (Une commission en rendra compte.)

M. Morichini écrit que ses expériences sur la vertu magnétisante des rayons violets, continuent toujours à réussir dans des circonstances favorables.

M. Cuvier communique des observations sur plusieurs têtes d'orang-outang, d'où il résulte que l'orang-outang, tel qu'il a été décrit jusqu'à présent par les naturalistes, pourrait bien n'être que le jeune âge de la grande espèce de singe dite *pongo* de Wurmb.

Au nom d'une commission, M. Cuvier fait un rapport sur la fondation de M. Alhumbert. Le prix sera donné à des Mémoires sur des questions particulières propres à compléter l'ensemble de nos connaissances.

*Séance du lundi* 23 *février.*

M. Duméril lit un rapport sur quelques appareils présentés par M. Brizé-Fradin, comme propres à désinfecter l'air contagié ou vicieux.

Ces appareils remplissent leur objet; mais ils sont très-peu commodes.

M. Dupin lit la Notice de son *second Voyage en Angleterre.* (Nous en présenterons l'extrait lorsque l'auteur nous aura communiqué son manuscrit.)

L'Académie a entendu la lecture d'un Mémoire de M. Laennec *sur l'emploi des moyens acoustiques dans la pratique de la médecine.* (Une commission est chargée d'examiner le travail de M. Laennec).

## Lettre *de M.* Gauthier de Claubry *à l'un des Rédacteurs sur la Nature du Chlore.*

« Monsieur,

« Dans le $4^{me}$ bimestre de 1817 du journal de Brugnatelli, M. Cosimo-Ridolphi a imprimé un long mémoire par lequel il cherche à prouver l'existence de l'oxigène dans l'acide muriatique oxigéné. En donnant un extrait de ce travail, vous avez exprimé des doutes sur l'exactitude des expériences qui en forment la base. Ayant eu occasion de les répéter, je vous transmets les résultats que j'ai obtenus. Je pense qu'ils résoudront entièrement la question.

» M. Ridolphi annonce dans son mémoire, qu'ayant fait agir du phosphore sur du chlorure de soufre auquel il conserve le nom d'*acide muriatique oxi-sulfuré*, on obtient du gaz acide muriatique et de l'acide phosphorique, d'où il tire la conclusion que le chlore contient de l'oxigène.

» Il appuie aussi son opinion sur une autre expérience dont les résultats sont très-singuliers. Ayant fait passer le même chlorure sur du charbon dans un tube de verre porté au rouge, il obtint de l'acide muriatique, un peu d'hydrogène sulfuré, un grand dépôt de soufre, de l'acide sulfureux, quelques gouttes de carbure de soufre, et, ce qui est très-singulier, du gaz acide carbonique, en telle quantité, que la proportion d'oxigène que l'on suppose exister dans le chlore considéré comme de l'acide muriatique oxigéné, ne suffirait pas pour la former, et qu'il est obligé de recourir à la supposition de

l'existence de l'oxigène en quantité considérable dans le soufre.

» De tels résultats, annoncés dans l'intention d'appuyer l'ancienne théorie, auraient en effet été très-remarquables s'ils eussent été exacts. C'est ce qui m'a engagé à les constater.

» Je me suis servi de chlorure de soufre préparé avec soin, en lavant le chlore pour séparer tout l'acide hydrochlorique qu'il aurait pu entraîner, et bien desséché ensuite au moyen du chlorure de calcium.

» J'ai placé dans une petite cornue une portion de chlorure dans laquelle j'ai introduit quelques cylindres de phosphore desséchés le plus exactement possible au moyen du papier joseph. La température s'est subitement élevée jusqu'à environ 40°. Il s'est manifesté une vive action; et dans l'une des expériences où j'avais commencé par chauffer un peu l'appareil au commencement de l'expérience, l'action a été si vive qu'il s'est fait une espèce d'explosion. Répétée de la même manière en laissant l'action se déterminer d'elle-même, le phosphore a promptement disparu; il a passé, à la distillation, une liqueur beaucoup moins colorée que le chlorure employé, et en recohobant deux fois seulement la liqueur, elle a passé parfaitement limpide et sans couleur. En chauffant alors légèrement on a dégagé toute la partie liquide, et il est resté dans la cornue une matière liquide, épaisse, jaune-brunâtre, et qui avait toute l'apparence du soufre fondu. On a élevé assez fortement la température pour faire volatiliser cette substance. Elle s'est condensée dans le col de la cornue et a présenté tous les caractères du soufre. La cornue ne contenait aucun résidu.

» Le liquide, passé à la distillation, avait l'odeur du chlorure de phosphore mêlé d'une autre odeur assez aromatique. Elle répandait à l'air d'épaisses vapeurs, et ne rougissait pas le papier de tournesol bien sec. En plongeant un papier joseph dans cette liqueur et l'approchant du feu, il se produisait une combustion de phosphore, absolument comme en se servant du chlorure de phosphore obtenu par les procédés ordinaires. Enfin cette liqueur, mêlée avec de l'eau, devenait fortement acide et contenait beaucoup d'acide hydro-chlorique.

» Il nous semble que l'on ne peut conserver de doutes sur la formation de ces produits; ce sont exactement ceux que l'on pouvait supposer devoir se former dans l'opération. M. Ridolphi annonce que le phosphore n'agit pas à froid sur le chlorure de soufre, et que la température ne s'élève pas sensiblement : j'ai remarqué au contraire, une élévation assez considérable de température, comme je l'ai dit plus haut.

» La seconde expérience de M. Ridolphi ne m'a non plus donné aucun des résultats qu'il a obtenus. Je l'ai répétée de deux manières différentes. D'abord j'ai fait passer sur du charbon qui avait été fortement calciné, mais gardé quelque temps dans un vase fermé, du chlorure de soufre, et j'ai recueilli directement les produits gazeux. J'ai obtenu une portion de liqueur non décomposée, un peu de carbure de soufre et de l'hydrogène sulfuré en quantité assez considérable, mais pas d'acide carbonique. En répétant l'expérience, je me suis servi de charbon fortement calciné pendant une heure, et introduit immédiatement dans le tube de porcelaine. A son extrémité était adapté un gros tube de verre recourbé plongeant dans un

vase rempli d'eau très-froide, qui communiquait avec un flacon dans lequel était de l'acétate acide de plomb; un second flacon, contenant un mélange de muriate de chaux et d'ammoniaque, était muni d'un tube propre à recueillir les gaz.

» L'opération conduite avec les soins convenables, l'air des vaisseaux s'est dégagé mêlé d'une très-petite quantité de gaz hydro-sulfurique qui a à peine noirci la liqueur du premier flacon. Le tube recourbé contenait du chlorure de soufre et un peu de carbure de soufre. Il s'était fait, dans le premier flacon contenant de l'acétate acide de plomb, un précipité blanc très-abondant, formé de chlorure de plomb mêlé d'une petite quantité de sulfite(1). Quant au muriate de chaux, il avait légèrement louchi, tandis qu'il aurait dû s'y produire un précipité abondant s'il s'était produit de l'acide carbonique. Le charbon n'avait pas la moindre odeur d'acide sulfureux, et il n'y avait dans le tube de porcelaine qu'un dépôt de soufre tout-à-fait insignifiant.

» Je ne sais à quoi attribuer les résultats obtenus par M. Ridolphi. S'il s'est véritablement formé de l'acide carbonique dans son expérience, ce produit est probablement dû à ce que le chlorure contenait de l'eau qui avait formé des acides sulfureux et hydro-chlorique; l'acide sulfureux en passant sur le charbon rouge se sera décomposé en partie : de là le soufre déposé sur le charbon, l'acide carbonique formé, l'odeur d'acide sulfureux que manifestait le charbon, etc.

---

(1) Ce chlorure de plomb provenait d'une partie de chlorure qui avait passé jusque dans le flacon.

» Dans tous les cas, que ce soit à cette cause d'erreur ou à toute autre que soient dus les résultats obtenus par M. Ridolphi, il est toujours vrai de dire que ses expériences sont inexactes, et qu'elles ne peuvent servir en rien à remettre en vigueur la théorie de l'acide muriatique oxigéné.

» J'ai l'honneur d'être, etc. »

---

Le docteur Ure avait aussi fait des expériences sur la nature du chlore, qui avaient pour objet de démontrer que l'eau est une partie essentielle du gaz muriatique : il avait en effet reconnu qu'en faisant passer ce gaz dans des tubes contenant du fer ou d'autres métaux, on obtenait de l'eau, et le métal était converti en muriate. Sir H. Davy a lu, le 12 février, à la Société royale, un Mémoire dans lequel il prouve que l'eau obtenue dans ces circonstances est un produit accidentel formé par la combinaison de l'hydrogène du gaz muriatique avec l'oxigène provenant de sources que le D[r] Ure n'avait point soupçonnées. Lorsqu'on emploie des tubes de cristal, l'oxide de plomb et l'alcali qui se trouvent dans le verre fournissent l'oxigène : il y en a aussi une portion qui est fournie par l'air atmosphérique resté dans le tube. Mais plus on prend de précautions pour écarter ces diverses sources d'oxigène, plus la quantité d'eau produite diminue. (*Ann. of Phil.* XI. 220.) R.

---

## Sur *la Forme cristalline du Protoxide de plomb.*

Par M. Houton-Labillardière.

Une dissolution de litharge dans la soude, abandonnée à elle-même pendant l'hiver, a laissé déposer des cristaux blancs, demi-transparens, de la grosseur d'une tête d'épingle, ayant la forme de dodécaèdres réguliers. Ces cristaux sont entièrement insolubles dans l'eau, même à la température de 100°. Sur les charbons ardens, ils se réduisent en plomb : chauffés dans un creuset de platine, ils ne perdent rien de leur poids. L'acide nitrique les dissout sans effervescence, et la dissolution, qui n'est point troublée par le nitrate d'argent ni par le nitrate de baryte, donne un précipité noir par l'hydrosulfate de potasse, et un précipité blanc par l'acide sulfurique, insoluble dans l'acide nitrique. Leur dissolution dans l'acide acétique, traitée par l'acide hydrosulfurique, filtrée et évaporée, ne laisse aucun résidu. Ces divers résultats prouvent que les cristaux sont de l'oxide de plomb pur (1). (*Journ. de Pharm.* III. 335.)

(1) M. Labillardière nomme *deutoxide de plomb* la litharge ou massicot, en rappelant qu'il existe un oxide de plomb moins oxidé, que l'on obtient par la calcination de l'oxalate de plomb. C'est d'après M. Dulong qu'il admet cet oxide; mais son existence est loin d'être démontrée; car en regardant à la loupe le résidu de la calcination de l'oxalate de plomb, on y distingue aisément des globules métalliques. Ce résidu est par conséquent un mélange de litharge et de plomb. R.

## Sur *la Précipitation mutuelle des Métaux de leurs dissolvans acides.*

M. Brugnatelli a proposé un nouveau moyen de faire des alliages métalliques, qui consiste à plonger un métal dans la dissolution de celui avec lequel on le veut allier, quand la précipitation est possible. Suivant lui, le métal précipité s'allie au métal précipitant, et l'on forme ainsi des alliages qui souvent ne pourraient être produits par d'autres moyens. Ainsi, le plomb précipité de son acétate par une lame de zinc serait un alliage des deux métaux : il en serait encore de même pour l'argent et le cuivre, également précipités par le zinc. M. Planche, en rendant compte de ces expériences dans le *Journal de Pharmacie* (III. 425), rappelle à M. Brugnatelli qu'il a été le premier à annoncer que le plomb précipité par le zinc est un alliage des deux métaux. (*Ann. de Ch.* XLV. 91.) Malgré ces assertions réitérées, nous ne pouvons partager l'opinion ni de M. Brugnatelli ni de M. Planche. Nous avons plongé une lame de zinc dans de l'acétate de plomb, et le métal qui s'est précipité ayant été bien lavé à l'eau distillée, puis fondu dans l'huile pour le réunir, nous a présenté tous les caractères du plomb le plus pur : il était très-doux, et avait, à la température de 10°,5, une densité de 11,486, qui est celle que l'on attribue au plomb pur.

L'argent précipité du nitrate par le cuivre est aussi très-pur (*Ann. de Ch.* LXXVIII. 91). Enfin, on sait par une très-longue expérience que le fer ou le zinc précipitent le cuivre à l'état de pureté. On n'obtient donc point des alliages dans ces diverses circonstances, et nous pensons que, excepté les cas où le métal précipité peut se combiner à froid avec l'autre, comme cela arrive pour le mercure avec l'argent et le cuivre, le métal précipité est ordinairement pur ; et que lorsqu'il paraît allié, ce qui n'est jamais qu'en petite quantité, il ne contient le métal étranger qu'à l'état de mélange. G.-L.

## Des *Effets de l'Eau de mer distillée sur l'économie animale.*

Nous avons fait connaître, tome IV, p. 225, l'appareil que MM. Freycinet et Clément ont imaginé pour distiller l'eau de mer à bord des vaisseaux, le plus économiquement possible, et pourvoir ainsi à tous les besoins des navigateurs. Nous allons maintenant extraire des *Annales maritimes et coloniales*, janvier 1818, les résultats des expériences que le Ministre de la Marine a fait faire dans les ports de Brest, de Rochefort et de Toulon, pour éprouver les effets de l'eau de mer distillée sur l'économie animale.

« Après avoir réuni d'avance une quantité suffisante de ce liquide (1), on a fait choix, dans les bagnes, d'un certain nombre de condamnés d'âge et de tempérament différens, destinés à en faire usage. A Brest, huit forçats de bonne volonté, et à Toulon six, ont été placés à cet effet dans une salle particulière de l'hôpital de la marine. M. l'intendant de Rochefort a jugé que, pour donner plus de certitude aux résultats de l'expérience, les hommes qui y seraient soumis ne devaient pas connaître la qualité de l'eau qu'ils consommeraient. En conséquence, quinze galériens déjà à l'hôpital pour des affections peu graves, telles que des ulcères simples, des douleurs rhumatismales, etc., et chez lesquels d'ailleurs les fonctions digestives conservaient toute leur énergie, ont été mis, à leur insu, au régime de l'eau de mer distillée. Douze autres hommes, dont huit forçats et quatre gardes, détachés à l'île d'Hénet, rocher fortifié au milieu de la rade, n'ont eu que la même eau distillée, qui leur était envoyée du port; on leur donnait pour aliment la ration ordinaire des marins à la mer, à l'exception de deux repas de viande

---

(1) On s'est assuré, à Brest, à Rochefort et à Toulon, comme à Paris, que l'odeur empyreumatique qu'a l'eau de mer immédiatement après sa distillation, disparaît tout-à-fait si on expose le liquide quelque temps à l'air.

fraîche par semaine : les galériens de Brest ont été aussi nourris avec la ration du bord.

» Dans les premiers jours de l'expérience, les forçats de Brest ont dit éprouver une pesanteur à l'estomac. Il était naturel d'attribuer cette indisposition au défaut d'exercice et à la vie sédentaire que menaient alors ces hommes, livrés précédemment aux travaux les plus pénibles, en plein air. La commission jugea convenable de les faire sortir et promener, chaque jour, pendant deux heures; ce qui diminua la gastralgie, qui bientôt fut dissipée complètement par l'addition d'une once de biscuit à leur ration ordinaire. Cette incommodité est la seule qui ait été remarquée sur ces huit individus : il faut pourtant en excepter un forçat qui, le vingt-neuvième jour, éprouva des symptômes qu'il attribua lui-même à une indigestion de lard. Cinq jours après l'expérience, ce forçat était rétabli, et les sept autres condamnés continuaient à jouir d'une santé parfaite. Ils ont pendant un mois, sans interruption, consommé vingt-cinq pintes d'eau de mer distillée par jour, et quelquefois au-delà ; ce qui est plus de trois pintes par homme.

» L'événement à Toulon a été à-peu-près le même. Au bout de quelques jours, les condamnés se plaignirent aussi de n'avoir pas une suffisante quantité d'alimens, et on leur donna le matin une soupe en sus de leur ration. La commission a remarqué que tous ces hommes ont acquis de l'embonpoint, que leur teint était plus frais, plus coloré; en un mot, que leur santé s'était améliorée. Un seul forçat a été indisposé; il a eu de la constipation, des coliques, de la diarrhée; mais ces accidens ont été promptement dissipés sans qu'il ait discontinué l'usage de l'eau de mer distillée; elle n'était donc pas la cause de cette indisposition, qu'on a plutôt eu raison d'attribuer au tempérament sec et bilieux de l'individu, exalté par la sécheresse et la chaleur qui ont régné à Toulon pendant le mois d'août. La quantité d'eau consommée par jour était de neuf litres pour la boisson, et de onze pour la cuisson des alimens.

» Les quinze forçats réunis dans la salle Saint-Michel de l'hôpital de la marine à Rochefort étaient aussi con-

venus de se plaindre. Quelques jours après le commencement de l'expérience, les n$^{os}$ 1 et 2 prétendirent avoir éprouvé des coliques et une diarrhée considérables; ils ajoutèrent qu'il en était de même de tous leurs camarades. M. le D$^{r}$ Tuffet, chirurgien en chef, chargé de leur donner des soins, s'étant assuré qu'aucun d'eux n'avait eu de gardes-robes extraordinaires, soupçonna leur stratagème. Il feignit néanmoins de croire à la réalité de ce qu'ils annonçaient, et diminua à ces deux hommes la quantité d'alimens généralement accordée, et que les autres conservèrent, parce qu'ils déclarèrent n'avoir ressenti aucune espèce d'incommodité. Les plaignans ne tardèrent pas alors à affirmer leur bien-être; mais la totalité de leur portion ne leur ayant pas été immédiatement rendue, ils furent en butte à la risée de leurs camarades. Ainsi, ces plaintes n'étaient que le résultat d'un complot très-ordinaire parmi des hommes dont tous les instans, surtout quand ils sont oisifs, sont remplis par des méditations sur les moyens de tromper, ou de changer leur position. Ils ont, au reste, continué sans aucune espèce d'inconvénient l'usage de l'eau de mer distillée avec laquelle on préparait leur soupe et leur tisane, et dont on laissait une assez grande quantité à leur disposition, au lieu d'eau ordinaire. Plusieurs ont été guéris de plaies et de rhumatismes, en suivant le régime de l'eau de mer, et l'on remarqua même qu'un de ces forçats, précédemment reconnu ictérique, offrait aussi une amélioration sensible dans son état.

» Des douze hommes placés sur l'île d'Hénet, l'un a eu la diarrhée, qui n'a pas tardé à disparaître, quoiqu'il ait continué à se servir de la même eau. Cette indisposition a été remplacée par une ophthalmie légère qui, sous le même régime, a cédé au plus simple topique. Un furoncle a paru sur un autre forçat; et un garde-chiourme, annuellement sujet aux fièvres de saison, en a éprouvé quelques accès dont il a été complètement guéri, sans changer de régime; tous les autres sont restés constamment dans le meilleur état de santé. Ces hommes ont été fréquemment visités par le chirurgien-major du brick l'*Epervier*, stationné en rade de l'île d'Aix, et

tous les huit jours il rendait compte, par écrit, de leur état. Ainsi, quarante-un hommes, dans une situation défavorable, n'ont consommé pendant un mois que de l'eau de mer préalablement distillée, et leur santé n'a souffert aucune altération qu'on puisse attribuer particulièrement à l'usage exclusif de cette eau.

» Cependant les individus soumis à ces expériences ne sont pas les seuls qui aient bu de l'eau de mer après sa distillation : beaucoup de curieux ont voulu s'assurer par eux-mêmes des propriétés de cette liqueur, et les membres de la commission la goûtaient presque journellement. M. le capitaine de vaisseau Duclot en a pris pendant vingt jours à tous ses repas ; et quoique l'eau pure compose habituellement toute sa boisson, il n'a ressenti aucun effet de ce changement. Enfin, MM. Vasse et Chatelain, pharmaciens de la marine à Brest, ont eu la constance d'en tenir dans la bouche pendant quatre heures, en la renouvelant à chaque instant, sans avoir pu reconnaître ni la saveur piquante ni aucun autre indice de la causticité qu'on lui attribue. En terminant ces expériences, on a soigneusement examiné toutes les parties de la bouche des hommes qui y avaient été soumis, et toujours elles ont été trouvées saines et sans aucune trace de gonflement ou d'inflammation.

» Tels sont les faits rapportés par les trois commissions, qui, quoique séparées par de grandes distances, et ne communiquant point entre elles, arrivent par la concordance de leurs observations à ce résultat commun, que l'eau de mer distillée peut, sans nuire à la santé, être employée en boisson et aux autres besoins de la vie, au moins pendant un mois; qu'il paraît également sans danger d'en continuer l'usage plus long-temps, et qu'elle peut être d'une grande ressource en diverses circonstances de la navigation, surtout dans les voyages de long cours et dans les campagnes de découvertes. »

---

| JOURS. | 9 heures du matin | | | Midi. | | | 3 heures du soir. | | | 9 heures du soir. | | | Thermomètre. | | ÉTAT DU CIEL à midi. | VENTS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Barom. à 0°. | Therm extér. | Hygr. | Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | maxim. | minim. | | |
| 1 | 746,55 | + 2,4 | 79 | 743,13 | + 1,5 | 82 | 740,75 | + 2,1 | 83 | 739,92 | + 2,2 | 83 | + 3,0 | — 0,5 | Neige. | S. O. fort |
| 2 | 733,69 | + 5,0 | 83 | 728,94 | + 3,0 | 93 | 728,92 | + 3,3 | 84 | 734,32 | + 1,5 | 90 | + 3,3 | + 0,7 | Neige. | S. fort. |
| 3 | 740,92 | + 1,4 | 90 | 740,61 | + 3,5 | 87 | 739,20 | + 3,8 | 89 | 740,20 | + 2,5 | 90 | + 3,8 | — 0,2 | Couvert. | S. |
| 4 | 734,91 | + 1,2 | 94 | 734,35 | + 4,9 | 89 | 732,54 | + 8,4 | 87 | 738,43 | + 7,5 | 90 | + 8,5 | + 0,7 | Couvert. | S. |
| 5 | 751,88 | + 1,7 | 88 | 753,22 | + 5,8 | 79 | 753,74 | + 6,4 | 77 | 755,92 | + 1,2 | 82 | + 6,4 | — 1,2 | Nuageux. | S. |
| 6 | 757,61 | + 2,0 | 82 | 757,32 | + 5,1 | 77 | 756,40 | + 5,2 | 82 | 756,32 | + 2,7 | 90 | + 5,2 | + 0,0 | Couvert. | S. |
| 7 | 758,08 | + 1,5 | 83 | 757,26 | + 4,7 | 82 | 756,92 | + 5,2 | 79 | 755,76 | + 1,0 | 83 | + 5,2 | — 0,2 | Nuageux. | N. |
| 8 | 758,14 | — 1,5 | 84 | 757,53 | + 1,2 | 84 | 757,00 | + 2,7 | 83 | 758,84 | — 1,2 | 83 | + 2,7 | — 2,7 | Vapeurs légères. | N. E. |
| 9 | 760,20 | — 2,7 | 84 | 760,20 | + 2,0 | 85 | 759,16 | + 4,5 | 83 | 759,04 | + 0,2 | 85 | + 4,5 | — 4,4 | Beau. | N. N. O. |
| 10 | 758,56 | + 0,5 | 90 | 759,11 | + 0,2 | 90 | 758,98 | + 0,5 | 90 | 760,26 | + 0,2 | 90 | + 0,5 | + 0,2 | Couvert. | S. E. |
| 11 | 762,96 | — 0,5 | 90 | 763,35 | + 0,9 | 86 | 763,51 | + 0,8 | 85 | 764,68 | + 0,2 | 90 | + 0,9 | — 0,8 | Couvert. | N. E. |
| 12 | 764,53 | — 0,6 | 90 | 764,00 | + 0,9 | 86 | 763,26 | + 0,7 | 85 | 763,00 | — 0,7 | 90 | + 0,9 | — 1,4 | Couvert. | S. E. |
| 13 | 760,88 | — 1,2 | 85 | 759,68 | + 2,2 | 73 | 758,02 | + 3,6 | 69 | 757,44 | — 1,4 | 80 | + 3,6 | — 4,5 | Beau. | E. |
| 14 | 755,42 | — 0,5 | 85 | 755,38 | + 3,4 | 85 | 754,50 | + 5,5 | 79 | 755,02 | + 0,5 | 81 | + 5,5 | — 3,4 | Beau. | S. E. |
| 15 | 754,81 | + 2,1 | 90 | 754,81 | + 2,7 | 91 | 754,56 | + 3,9 | 91 | 756,49 | — 0,2 | 91 | + 5,6 | + 1,6 | Couvert. | E. |
| 16 | 760,02 | + 6,7 | 90 | 760,93 | + 10,2 | 80 | 759,38 | + 11,1 | 80 | 760,24 | + 5,6 | 84 | + 11,1 | + 4,0 | Légers nuages. | S. S. E. |
| 17 | 760,52 | + 5,7 | 84 | 760,42 | + 9,5 | 80 | 759,90 | + 10,5 | 73 | 760,82 | + 6,2 | 83 | + 10,5 | + 2,5 | Beau. | S. S. E |
| 18 | 761,37 | + 6,1 | 83 | 761,26 | + 10,9 | 83 | 760,06 | + 12,2 | 79 | 760,08 | + 5,5 | 83 | + 12,2 | + 3,0 | Légers nuages. | S. E. |
| 19 | 759,73 | + 7,4 | 83 | 759,02 | + 10,4 | 88 | 757,94 | + 10,7 | 89 | 757,84 | + 6,7 | 90 | + 10,8 | + 6,2 | Couvert. | S. |
| 20 | 762,98 | + 6,9 | 83 | 763,54 | + 8,9 | 75 | 762,98 | + 8,6 | 73 | 762,90 | + 9,7 | 83 | + 8,9 | + 3,5 | Couvert. | O. |
| 21 | 759,35 | + 4,7 | 84 | 756,33 | + 6,7 | 79 | 753,45 | + 8,0 | 76 | 748,85 | + 4,0 | 89 | + 8,0 | + 1,1 | Couvert. | S. S. O. |
| 22 | 741,10 | + 7,9 | 92 | 738,40 | + 11,0 | 90 | 736,12 | + 12,5 | 90 | 734,06 | + 6,5 | 90 | + 12,5 | + 7,2 | Pluie par intervalles. | S. S. O. f. |
| 23 | 755,62 | + 5,2 | 82 | 758,00 | + 7,1 | 65 | 759,04 | + 8,7 | 60 | 757,12 | + 10,1 | 82 | + 8,7 | + 3,7 | Nuageux. | O. fort. |
| 24 | 758,08 | + 5,5 | 78 | 759,90 | + 8,0 | 65 | 760,02 | + 8,0 | 67 | 759,08 | + 6,4 | 81 | + 8,0 | + 2,5 | Nuageux. | O. N. O. f. |
| 25 | 756,49 | + 9,2 | 83 | 755,71 | + 11,0 | 74 | 755,80 | + 11,4 | 73 | 754,31 | + 5,6 | 81 | + 11,4 | + 8,0 | Quelques éclaircies. | O. S. O. |
| 26 | 747,95 | + 3,8 | 83 | 748,40 | + 7,4 | 74 | 749,43 | + 4,4 | 83 | 755,58 | + 8,2 | 93 | + 7,4 | + 1,2 | Très-nuageux. | O. |
| 27 | 753,26 | + 3,9 | 90 | 750,04 | + 6,5 | 88 | 746,00 | + 7,9 | 89 | 745,66 | + 1,7 | 90 | + 8,2 | + 2,0 | Gouttes d'eau. | S. O. f. |
| 28 | 753,24 | + 7,0 | 83 | 754,02 | + 9,6 | 73 | 753,35 | + 10,4 | 74 | 751,67 | + 7,7 | .. | + 10,4 | + 4,4 | Très-nuageux. | N. N. O. |
| 1 | 750,05 | + 1,2 | 86 | 749,17 | + 3,2 | 85 | 748,36 | + 4,2 | 84 | 749,90 | + 1,8 | 87 | + 4,3 | — 0,8 | Moyennes du 1 au 10. | |
| 2 | 760,32 | + 3,2 | 86 | 760,24 | + 6,0 | 83 | 759,41 | + 6,8 | 80 | 759,85 | + 3,6 | 86 | + 7,0 | + 1,1 | Moyennes du 11 au 20. | |
| 3 | 753,13 | + 5,9 | 84 | 752,72 | + 8,4 | 76 | 751,65 | + 8,9 | 76 | 750,79 | + 7,0 | 86 | + 9,3 | + 3,8 | Moyennes du 21 au 28. | |
| | 754,60 | + 3,3 | 86 | 754,14 | + 5,7 | 82 | 753,24 | + 6,5 | 80 | 753,71 | + 3,9 | 86 | + 6,7 | + 1,2 | Moyennes du mois | + 3,9 |

# SUITE

## *Des Recherches sur la Mesure des Températures et sur les Lois de la communication de la chaleur.*

Par MM. Dulong et Petit

## SECONDE PARTIE.

### *Des Lois du Refroidissement.*

Les premières vues relatives aux lois de la communication de la chaleur se trouvent consignées dans les *Opuscules* de Newton (1). Ce grand physicien admet, *à priori*, qu'un corps échauffé, soumis à une cause constante de refroidissement telle que l'action d'un courant d'air uniforme, doit perdre, dans chaque instant, une quantité de chaleur proportionnelle à l'excès de sa température sur celle de l'air ambiant; et que par conséquent ces pertes de chaleur, dans des intervalles de temps égaux et successifs, doivent former une progression géométrique décroissante. Kraft et, après lui, Richmann (2) ont essayé de vérifier cette loi par des expériences directes sur le refroidissement de masses liquides. Ces expériences, répétées depuis par plusieurs physiciens, prouvent en effet que, pour des différences de température qui n'excèdent pas 40 ou 50 degrés, la loi de la pro-

---

(1) *Neutoni Opuscula.* II. 423.

(2) *Nov. Com. Ac. Pet.* I, 195.

gression géométrique représente assez exactement le progrès du refroidissement d'un corps.

Dans une dissertation peu connue sur plusieurs points de la théorie de la chaleur, publiée en 1740, par conséquent plusieurs années avant l'époque où Kraft et Richmann ont fait connaître leurs recherches, Martine (1) avait déjà signalé l'inexactitude de la loi précédente, et avait cherché à lui en substituer une autre dans laquelle les pertes de chaleur croîtraient plus rapidement que dans la loi de Newton.

Erxleben (2) prouva également, par des observations très-précises, que l'écart de la loi supposée augmente de plus en plus à mesure que l'on considère de plus grandes différences de température, et il en a conclu qu'on commettrait des erreurs graves si l'on étendait cette loi fort au-delà des limites entre lesquelles elle paraît avoir été vérifiée. Cette remarque très-juste d'Erxleben paraît, ainsi que son Mémoire, n'avoir pas fixé l'attention des physiciens; car, dans toutes les recherches postérieures sur le même objet, on voit la loi de Newton présentée, non comme une approximation, mais comme une vérité rigoureuse et constatée.

Ainsi, M. Leslie (3), dans ses ingénieuses recherches sur la chaleur, a fait de cette loi la base de plusieurs déterminations qui par cela même se trouvent inexactes, ainsi que nous le prouverons par la suite.

Peu de temps après la publication des travaux de M. Leslie, M. Dalton fit connaître, dans son *Nouveau*

---

(1) *Dissertations sur la Chaleur*, etc., p. 72, et suiv.

(2) *Novi Comment.* Soc. Gotting. VIII. 74.

(3) *An inquiry, etc.*

*Traité de Chimie philosophique*, une série d'expériences sur le refroidissement de corps portés à une température très-élevée. Les résultats de ces expériences montrent évidemment que la loi de Richmann n'est qu'approchée dans les basses températures, et qu'elle devient tout-à-fait inexacte dans les températures élevées. M. Dalton, au lieu de chercher à représenter ses observations par une loi différente, essaya de rétablir celle de Richmann en substituant à l'échelle thermométrique ordinaire celle qu'il a cru pouvoir établir d'après la supposition que les dilatations des liquides sont soumises à une même loi; assertion que nous avons discutée dans la première partie de ce Mémoire. Mais lors même qu'on aurait constaté l'exactitude des principes sur lesquels repose cette nouvelle échelle, on serait encore forcé de convenir qu'elle ne satisfait pas à la condition de rendre les pertes de chaleur d'un corps proportionnelles aux excès de sa température sur celle de l'air environnant, ou, en d'autres termes, qu'elle ne rétablit pas la loi de Richmann; car il faudrait pour cela que la loi du refroidissement fût la même pour tous les corps, et nos expériences prouvent rigoureusement le contraire.

Les derniers travaux entrepris sur le sujet qui nous occupe sont ceux que Laroche a insérés dans son Mémoire relatif à quelques propriétés de la chaleur rayonnante. Il établit, entr'autres propositions, que *la quantité de chaleur qu'un corps chaud cède, dans un temps donné par voie de rayonnement, à un corps froid situé à distance, croît, toutes choses égales d'ailleurs, suivant une progression plus rapide que l'excès de la température du premier sur celle du second.*

Cette proposition est, comme on le voit, pour le rayonnement l'équivalent de celle de M. Dalton pour le refroidissement total d'un corps dans l'air. Mais Laroche n'a présenté que des résultats isolés, et n'a pas cherché la loi dont ils dépendent. Nous verrons même par la suite que ces résultats sont compliqués par l'action de causes particulières dont il aurait fallu les dégager pour arriver à la loi du refroidissement dans le vide, qui n'est point la même que celle du rayonnement.

Les travaux des physiciens sur les lois du refroidissement se bornent donc jusqu'ici à avoir montré que la loi admise par Newton est suffisamment approchée tant qu'on ne considère que de petits excès de température; mais qu'elle s'éloigne de plus en plus de la vérité à mesure qu'on l'étend à des différences de plus en plus grandes; et si, dans l'exposé succinct de ces travaux, nous n'avons pas cité les recherches mathématiques de M. Fourier sur les lois de la distribution de la chaleur, c'est que tous les résultats de son analyse sont déduits de la loi de Newton, admise comme une vérité d'observation, tandis que nos expériences ont uniquement pour objet de découvrir la loi qu'on doit substituer à celle-ci. Du reste, les conséquences très-remarquables auxquelles ce profond géomètre a été conduit conserveront toute leur exactitude dans les circonstances et entre les limites où la loi de Newton se vérifie, et il suffira, pour les étendre aux autres cas, de les modifier conformément aux nouvelles lois que nous établirons.

### *Du Refroidissement en général.*

Lorsqu'un corps se refroidit dans le vide, sa chaleur se dissipe entièrement par voie de rayonnement. Lorsqu'il

est placé dans l'air ou dans tout autre fluide, son refroidissement devient plus rapide, la chaleur enlevée par le fluide s'ajoutant alors à celle que le rayonnement lui enlève. Il est donc naturel de distinguer ces deux effets, et l'on conçoit d'ailleurs qu'assujettis, suivant toute apparence, à des lois différentes, ils doivent être étudiés isolément. Nous examinerons donc successivement les lois du refroidissement dans le vide et dans les fluides élastiques. Mais comme la marche que nous avons suivie dans chacune de ces recherches est fondée sur les mêmes principes, il est convenable de les établir dès-à-présent.

Le cas le plus simple du refroidissement serait celui d'un corps de dimensions assez petites, pour qu'on pût supposer à chaque instant tous ses points à la même température. Or, pour parvenir au but que nous nous sommes proposé, celui de découvrir la loi élémentaire du refroidissement, ç'eût été compliquer inutilement la question et la rendre presqu'insoluble que d'observer d'abord la marche du refroidissement dans les corps solides, puisqu'alors ce phénomène comprend un élément de plus, savoir, le mode de distribution intérieure de la chaleur, qui est une fonction de la conductibilité. Obligés par la nature du problême d'avoir recours aux liquides, le thermomètre à mercure lui-même nous a paru le corps le plus approprié à ce genre d'expériences; mais comme il est nécessaire, pour observer à des températures très-élevées, de donner au corps sur lequel on opère des dimensions assez grandes pour que le refroidissement n'en soit point tellement rapide qu'on ne puisse en suivre le progrès avec exactitude, il fallait avant tout examiner quelle influence peut avoir sur la loi du refroidissement

la masse plus ou moins grande du liquide contenu dans le réservoir du thermomètre : il n'était pas moins important de rechercher si cette loi dépend de la nature du liquide, de la nature et de la forme du vase dans lequel il serait renfermé. Ces premières comparaisons ont été l'objet d'une série d'expériences que nous allons rapporter, après avoir exposé la méthode uniforme de calcul dont nous avons fait constamment usage pour rendre nos résulats plus faciles à comparer.

Supposons qu'on observe, à des intervalles de temps égaux entr'eux, de minute en minute, par exemple, les excès de températures d'un corps sur le milieu environnant, et que, pour les temps o,.. 1',..... 2'... 3',... etc... $t'$, les excès soient $A, B, C$.... $T$. Si la loi de la progression géométrique se vérifiait, on devrait avoir $B=Am$. $C=Am^2$.... $T=Am^t$; $m$ étant une fraction qui varierait d'un corps à un autre. Cette loi ne se vérifie jamais exactement, surtout quand les températures $A, B, C$ sont élevées ; mais on conçoit qu'on pourra toujours représenter un certain nombre de termes de la série du refroidissement par une expression de la forme $Am^{\alpha t+\beta t^2}$, en déterminant convenablement les coefficiens $m$, $\alpha$, $\beta$; et, à l'aide de cette formule, on pourra calculer avec une très-grande approximation la valeur du temps $t$, correspondant à un excès de température quelconque $T$, pourvu que cet excès soit compris dans la portion de la série qui a servi à l'interpolation.

Cette même expression nous donne le moyen de déterminer la vitesse de refroidissement correspondante à chaque excès de température, c'est-à-dire, le nombre de degrés dont la température du corps s'abaisserait

dans une minute, en supposant la vitesse du refroidissement uniforme pendant cette minute. En effet, on a pour cette vitesse :

$$\frac{dT}{dt} = (\log. m). T. (\alpha + 2\beta t).$$

Cette quantité doit toujours excéder la perte réelle de température pendant le même temps, puisque la vitesse du refroidissement diminue pendant toute sa durée, quelque courte qu'elle soit.

Ce n'est pas, comme on le pense bien, pour corriger la petite différence dont nous venons de parler, que nous avons fait usage de ce procédé. Mais on sentira aisément que lorsqu'une série se trouvait ainsi divisée en plusieurs parties représentées chacune par des formules empyriques qui satisfaisaient le plus exactement possible aux nombres observés, les vitesses de refroidissement, déduites de ces formules pour les différens excès de température, se trouvaient dégagées des incertitudes et des irrégularités que présentent toujours les résultats bruts des observations.

Revenons maintenant à la première comparaison dont nous parlions tout-à-l'heure, et pour cela examinons comment la vitesse du refroidissement a varié dans les trois séries dont les résultats calculés sont renfermés dans le tableau suivant :

| Excès de température sur l'air. | Vitesse de refroidissement du thermomètre *A*. | Vitesse de refroidissement du thermomètre *B*. | Vitesse de refroidissement du thermomètre *C*. |
|---|---|---|---|
| 100°; | 18°,92 ; | 8°,97 ; | 5°,00 ; |
| 80 ; | 14,00 ; | 6,60 ; | 3,67 ; |
| 60 ; | 9,58 ; | 4,56 ; | 2,52 ; |
| 40 ; | 5,93 ; | 2,80 ; | 1,56 ; |
| 20. | 2,75. | 1,30 ; | 0,73. |

La première colonne contient les excès de température des thermomètres sur celle de l'air environnant ; la seconde renferme les vitesses correspondantes de refroïdissement du thermomètre *A*, dont la boule a environ 2 centimètres de diamètre. Ces vitesses ont été calculées sur les observations par la méthode exposée plus haut. La troisième et la quatrième colonne comprennent les vitesses de refroïdissement des thermomètres *B* et *C*, calculées de la même manière pour les excès de température indiqués dans la première colonne. La boule du thermomètre *B* a à-peu-près 4 centimètres de diamètre ; celle du thermomètre *C* en a 7.

Un simple coup-d'œil jeté sur ce premier tableau nous montre déjà l'inexactitude de la loi de Richmann ; car l'on voit que les vitesses de refroidissement croissent suivant une progression plus rapide que les excès de température. Maintenant si l'on prend les rapports des nombres correspondans de la seconde et de la troisième colonne, on trouvera qu'ils ont varié ainsi qu'il suit, en commençant par les termes qui répondent aux plus grands excès de température :

2,11..... 2,12..... 2,10..... 2,12..... 2,11.

Ces nombres, qui ne diffèrent que très-peu les uns des autres, et qui sont tantôt plus grands et tantôt plus petits, nous apprennent que la vitesse du refroidissement varie, suivant la même loi, dans les thermomètres *A* et *B*. En comparant de la même manière les nombres contenus dans la seconde et la quatrième colonne, on trouvera pour leurs rapports :

3,78..... 3,81..... 3,80..... 3,80..... 3,77.

L'égalité presque parfaite de ces nombres nous montre que la loi du refroidissement est encore la même pour les thermomètres *A* et *C*; car les différences que présentent les nombres précédens doivent être attribuées aux erreurs inséparables des expériences, et ne répondent d'ailleurs qu'à des incertitudes d'un centième de degré sur les vitesses.

On est donc en droit de conclure de ce qui précède que la loi du refroidissement, observée sur un thermomètre à mercure, est indépendante de la grandeur de son réservoir, et qu'elle est par conséquent la loi élémentaire du refroidissement que nous cherchons, ou en quelque sorte la loi du refroidissement d'un point.

Nous n'avons pas examiné comment les vitesses de refroidissement varient avec la grandeur des surfaces, à cause du peu de précision dont serait susceptible la mesure de la surface d'une boule de verre soufflée à l'extrémité d'un tube, et parce que cette recherche était étrangère à celle qui nous occupe. Néanmoins on voit, par les mesures approchées que nous avons données des diamètres des boules, que les vitesses de refroidissement sont à très-peu près en raison inverse de ces diamètres, ainsi que cela aurait lieu pour une sphère solide de dimensions infiniment petites.

Passons maintenant à l'examen de l'influence que pourrait avoir sur la loi du refroidissement la nature du liquide contenu dans le vase. Ici, la difficulté de construire des thermomètres avec des liquides différens du mercure, difficulté qui tient aux incertitudes qui restent encore sur les lois de dilatation de ces corps, nous a déterminés à observer le refroidissement de ces liquides en les ren-

fermant dans un même matras de verre, au centre duquel plongeait un thermomètre à mercure très-sensible. Nous avons même reconnu que la position du thermomètre était indifférente, et qu'à un instant donné les températures de tous les points de la masse étaient sensiblement les mêmes ; ce qui tient évidemment à ce que la conductibilité intérieure, qui dans les liquides est le résultat des courans qui s'y forment, peut être regardée comme à-peu-près parfaite, au moins pour des masses telles que celles sur lesquelles nous avons opéré.

Le premier des tableaux suivans contient les vitesses comparées du refroidissement du mercure et de l'eau ; le second renferme une comparaison semblable faite entre le mercure et l'alcool absolu ; le troisième entre le mercure et l'acide sulfurique concentré.

| Excès de température du corps. | Vitesse de refroidissement du mercure. | Vitesse de refroidissement de l'eau. | Rapport entre ces vitesses. |
|---|---|---|---|
| 60° ; | 3°,03 ; | 1°,39 ; | 0,458 ; |
| 50 ; | 2,47 ; | 1,13 ; | 0,452 ; |
| 40 ; | 1,89 ; | 0,85 ; | 0,450 ; |
| 30. | 1,36. | 0,62. | 0456. |

| Excès de température du corps. | Vitesse de refroidissement du mercure. | Vitesse de refroidissement de l'alcool absolu. | Rapport entre ces vitesses. |
|---|---|---|---|
| 40° ; | 1°,89 ; | 1°,50 ; | 0,798 ; |
| 30 ; | 1,36 ; | 1,09 ; | 0,801 ; |
| 20. | 0,87. | 0,69. | 0,794. |

| Excès de température du corps. | Vitesse de refroidissement du mercure. | Vitesse de refroidissement de l'acide sulfurique. | Rapport entre ces vitesses. |
|---|---|---|---|
| 60° ; | 3°,03 ; | 1°,97 ; | 0,650 ; |
| 50 ; | 2,47 ; | 1,59 ; | 0,649 ; |
| 40 ; | 1,89 ; | 1,22 ; | 0,646 ; |
| 30. | 1,36. | 0,89. | 0,654. |

Les rapports inscrits dans les dernières colonnes de chacun de ces tableaux nous montrent que la loi du refroidissement est la même pour les quatre liquides comparés ; car les petites variations irrégulières de ces rapports proviennent évidemment des incertitudes de l'observation ; et d'ailleurs, pour les faire disparaître, il suffirait d'altérer les valeurs des vitesses observées, de quantités qui s'élèvent à peine à un centième de degré.

Maintenant, si des liquides aussi différens par leur nature, leur densité et leur fluidité, présentent des lois de refroidissement absolument semblables, n'est-il pas naturel d'en tirer la conséquence à laquelle nous étions déjà arrivés par la comparaison des refroidissemens de masses inégales ? C'est que, dans les limites où nous faisons nos observations, le refroidissement d'une masse liquide est assujetti à la même loi que celui d'un corps dont les dimensions seraient infiniment petites.

Restait à examiner l'influence de la nature et de la forme du vase.

On a d'abord comparé les refroidissemens de deux sphères, l'une de verre, l'autre de fer-blanc, toutes deux pleines d'eau. (Le rayon de la boule de fer-blanc excède un peu celui de la boule de verre.)

| Excès de température du corps. | Vitesse de refroidissement de la boule de verre. | Vitesse de refroidissement de la boule de fer-blanc. | Rapport entre ces vitesses. |
|---|---|---|---|
| 60° ; | 1°,39 ; | 0°,90 ; | 1,54 ; |
| 50 ; | 1,13 ; | 0,73 ; | 1,55 ; |
| 40 ; | 0,85 ; | 0,54 ; | 1,57 ; |
| 30 ; | 0,62 ; | 0,38 ; | 1,63 ; |
| 20. | 0,37. | 0,21. | 1,76. |

Ici, les rapports indiqués dans la dernière colonne ont varié toujours dans le même sens, et nous montrent que la loi du refroidissement est plus rapide pour la boule de fer-blanc que pour la boule de verre. M. Leslie est arrivé au même résultat, qu'il a généralisé en admettant que cette loi change avec la nature des corps, et qu'elle est d'autant plus rapide que ces corps rayonnent moins. Cette proposition est vraie dans la portion de l'échelle thermométrique que M. Leslie n'a pas dépassée dans ses expériences; mais, par une circonstance très-remarquable, un effet contraire se produit dans les hautes températures; de manière que quand on compare les lois de refroidissement de deux corps de surfaces différentes, celle des deux lois qui est la plus rapide dans la partie inférieure de l'échelle, devient au contraire la moins rapide dans les températures élevées. Ainsi, dans la série rapportée plus haut, les rapports inscrits dans la dernière colonne diminuent à mesure que l'on considère de plus grands excès de température : ils augmenteraient ensuite si l'on prolongeait la série plus loin; et suivant la propriété commune à toutes les quantités dont les variations changent de signe, ces rapports resteraient à très-peu près les mêmes dans une portion assez étendue de l'échelle thermométrique. C'est ici l'un des points les plus importans de la théorie du refroidissement. Si nous ne nous abusons pas sur l'exactitude des lois auxquelles nous sommes parvenus, on trouvera, dans la suite de ce Mémoire, une explication très-simple de ce fait remarquable, qu'on ne pouvait découvrir qu'en observant, ainsi que nous l'avons fait, les refroidissemens à partir de températures très-élevées.

C'est pour n'avoir pas pris ce soin, que MM. Dalton et Leslie ne sont arrivés qu'à des résultats si peu exacts sur la question qui nous occupe ; le premier, entraîné sans doute par l'idée que la loi de Richmann se vérifiait dans son échelle thermométrique, et n'ayant pas d'ailleurs comparé les refroidissemens des surfaces différentes dans un intervalle assez étendu, avait été conduit à supposer que la loi du refroidissement est la même pour tous les corps ; et M. Leslie, qui avait remarqué que cette loi change avec la nature de la surface, n'ayant pas embrassé, dans ses expériences, des températures suffisamment élevées, a cru que la différence qu'il avait découverte ne faisait que s'accroître à mesure qu'on s'avance dans l'échelle thermométrique ; ce qui l'a entraîné dans des conséquences fort éloignées de la vérité et sur lesquelles nous aurons occasion de revenir par la suite. Nous ferons seulement remarquer en passant qu'on doit être surpris que M. Leslie, à qui l'influence de la nature des corps sur la loi du refroidissement n'avait pas échappé, et qui en avait conclu avec raison que la loi de Richmann devait être inexacte, ait fait cependant usage de cette loi dans le calcul de la plupart de ses expériences.

Nous avons terminé ces recherches préliminaires en examinant le refroidissement de l'eau dans trois vases de fer-blanc de même capacité ; le premier sphérique ; le second cylindrique, ayant une hauteur double du diamètre de sa base ; et le troisième cylindrique aussi, mais ayant une hauteur moitié de son diamètre.

| Excès de températ. | Vitesse de refroidissem. de la boule. | Vitesse de ref. du cylindre, dont la haut. est double du diamèt. | Vitesse de ref. du cylindre, dont la haut. est moitié du diamèt. | Rapport de la 3e colonne à la 2e. | Rapport de la 4e colonne à la 2e. |
|---|---|---|---|---|---|
| 60° ; | 0,90 ; | 1,11 ; | 1,01 ; | 1,23 ; | 1,12 ; |
| 50 ; | 0,73 ; | 0,89 ; | 0,80 ; | 1,22 ; | 1,10 ; |
| 40 ; | 0,54 ; | 0,66 ; | 0,60 ; | 1,22 ; | 1,11 ; |
| 30 ; | 0,38 ; | 0,47 ; | 0,43 ; | 1,23 ; | 1,13 ; |
| 20. | 0,21. | 0,26. | 0,23. | 1,24. | 1,10. |

La loi du refroidissement est encore la même pour les trois vases de figures différentes, ainsi que l'indiquent les rapports inscrits dans les deux dernières colonnes. La forme du vase n'a donc aucune influence sensible sur la loi du refroidissement; et ce qui confirme cette assertion, c'est que les rapports trouvés entre les vitesses de refroidissement sont à très-peu près les mêmes que ceux qui existent entre les surfaces des trois vases, ainsi qu'on s'en assurerait aisément. En récapitulant les résultats que nous venons de faire connaître, on voit que la loi du refroidissement d'une masse liquide, variable avec l'état de la surface qui lui sert d'enveloppe, est néanmoins indépendante de la nature de ce liquide, de la forme et de la grandeur du vase qui le contient. C'est là le principe que nous nous proposions d'établir dans cette introduction, et qui va servir de base aux recherches que nous allons exposer.

### *Appareils destinés aux expériences sur le refroidissement.*

Les corps dont nous avons observé le refroidissement ont été, conformément aux principes exposés précédemment, des thermomètres d'un volume tel que leurs abais-

semens de température pussent être observés avec précision. Nous en avons construit deux, dont les réservoirs avaient environ l'un 6 cent. de diamètre, l'autre 2 : le premier, contenant environ trois livres de mercure, servait aux observations dans les températures élevées; le plus petit était employé pour les basses températures, afin d'abréger la durée des expériences. Il était d'ailleurs facile de déduire des résultats fournis par ce dernier, ceux qu'aurait donné le grand si l'on eût prolongé la série de son refroidissement. Il suffisait pour cela de commencer l'observation sur le petit thermomètre à une température plus élevée que celle à laquelle on avait terminé la série du grand. En déterminant alors le rapport de la vitesse de refroidissement de ce dernier à celle du petit thermomètre, pour un excès commun de température, on avait le nombre par lequel on devait multiplier tous les résultats donnés par le petit thermomètre pour obtenir les vitesses correspondantes dans l'autre.

Ces deux instrumens, construits avec tout le soin possible, ne différaient d'ailleurs des thermomètres ordinaires qu'en ce que le tube sur lequel les degrés étaient marqués se trouvait séparé de la boule par un tube intermédiaire, dont le calibre intérieur était très-petit. On verra bientôt le motif de cette disposition.

Les expériences sur le refroidissement dans le vide par lesquelles nous devions commencer exigeaient que le thermomètre pût être transporté dans un espace suffisamment grand, dans lequel le vide serait fait très-promptement : il fallait aussi que l'enceinte qui environnait de toutes parts le thermomètre fût maintenue à une température connue; et comme le même appareil

devait nous servir à observer le refroidissement dans l'air et dans les gaz, il fallait que ces gaz pussent y être introduits d'une manière commode et prompte. Toutes ces conditions se trouvent remplies dans la construction suivante.

(*Fig.* 1^re^, *pl.* 2^me^.) L'enceinte dans laquelle s'observe le refroidissement est formée par un grand ballon en cuivre très-mince $MM'M''M'''$, dont le diamètre est d'environ 3 décimètres ; le col saillant de ce ballon a été usé dans sa partie supérieure, de manière à être terminé par une surface exactement plane, qu'on rend horizontale à l'aide d'un niveau. Ce ballon est plongé, jusqu'à une petite distance de ses bords, dans une grande cuve cylindrique de bois pleine d'eau, où il est retenu dans une position invariable par de fortes traverses $RR'$, $RR'$. On conçoit que les parois de ce ballon, étant très-minces et très-conductrices, doivent prendre constamment la température de l'eau qui les environne, et qu'étant recouvertes intérieurement de noir de fumée, elles ne peuvent réfléchir qu'une portion excessivement petite de la chaleur que leur envoie le thermomètre. D'ailleurs cet effet, s'il avait lieu, croîtrait à-peu-près comme les pertes de chaleur du corps, en sorte que l'erreur produite affecterait proportionnellement tous les résultats. Il était facile d'élever la température de l'enceinte, c'est-à-dire, de l'eau environnante, en faisant arriver de la vapeur dans le tonneau par le tube recourbé $SUV$, plongeant jusqu'au fond de l'eau.

L'orifice du ballon est fermé par une plaque épaisse de verre $AB$, usée avec le plus grand soin sur les bords même du ballon ; les surfaces en contact ont d'ailleurs,

à raison de l'épaisseur du col, une étendue suffisante pour que l'interposition d'une petite quantité de substance grasse rende le contact très-intime et empêche toute communication avec le dehors.

Cette plaque est percée, à son centre, d'une ouverture circulaire dans laquelle on introduit à frottement un bouchon qui porte la tige du thermomètre : les degrés de cet instrument commencent immédiatement au-dessus du bouchon, et le tube intermédiaire *CO* a la longueur convenable pour que la boule se trouve au centre du ballon. En donnant à ce tube intermédiaire un très-petit diamètre, on diminue la quantité de mercure hors de la boule, et le renflement qui a lieu au commencement de l'échelle permet d'assujettir plus fortement le tube dans le bouchon. Le thermomètre tient ainsi à la plaque, et cette disposition particulière est représentée dans la fig. 2 de la planche 2$^{me}$, où la boule de l'instrument est placée au-dessus du fourneau qui sert à l'échauffer. Les écrans *AA'* sont des feuilles de fer-blanc séparées les unes des autres, et qui servent à garantir la plaque *AB* de l'action du feu.

Revenons maintenant à la fig. 1$^{re}$ : la tige du thermomètre, qui est, comme on le voit, en dehors du ballon, se recouvre au moyen d'un tube évasé *S T*, dont les bords usés s'appliquent exactement sur la face supérieure de la plaque de verre. Cette espèce de cloche est terminée, dans le haut, par une pièce à robinet, qui se visse à l'une des extrémités d'un tube de plomb très-flexible *DEF*, dont l'autre extrémité *F* est elle-même fortement vissée sur la platine *HK* d'une machine pneumatique. Le canal, qui, dans cette machine, fait communiquer le centre de la

platine avec le baromètre, porte une autre pièce à robinet *T'*, terminée par une douille dans laquelle est mastiqué un tube plein de muriate de chaux. C'est par ce tube que doit s'écouler le gaz contenu dans la cloche, en passant par le tube recourbé *MNPRS*. Cette cloche, étant d'ailleurs mobile de haut en bas, permet d'établir l'équilibre entre l'élasticité du gaz introduit et la pression de l'atmosphère. Voici maintenant la marche que nous avons suivie dans chaque expérience.

L'eau du tonneau étant portée à la température convenable, et le thermomètre engagé dans la plaque de verre étant chauffé presqu'à l'ébullition du mercure, on le transportait rapidement dans le ballon; la cloche *ST*, qui était vissée d'avance au tube de plomb, se descendait alors sur la tige du thermomètre. Tandis qu'on luttait avec soin les surfaces en contact, un aide faisait rapidement le vide au moyen de la machine pneumatique. La communication du ballon et de la cloche était d'ailleurs rendue très-libre par des ouvertures *a* et *b*, faites dans la plaque, près de l'ouverture centrale.

Si le refroidissement devait être observé dans le vide, on s'arrêtait quand la machine cessait de dilater l'air, et l'on mesurait immédiatement à l'éprouvette la tension de ce qui restait dans le ballon. On fermait ensuite le robinet de la cloche, et l'observation commençait. Quand l'expérience se faisait dans l'air, on dilatait d'abord celui du ballon afin d'aider au contact des surfaces, et on en laissait ensuite rentrer la quantité convenable. Enfin, lorsque le refroidissement devait être observé dans un gaz, on faisait d'abord le vide, et on laissait ensuite rentrer du gaz; on faisait de nouveau le vide; après quoi

on introduisait la totalité du gaz qu'on voulait employer. Il ne se trouvait plus alors mélangé que d'une proportion d'air tout-à-fait inappréciable.

Nous terminerons cette description en disant que les dimensions du thermomètre avaient été calculées de manière que l'observation du refroidissement pût commencer dans le vide à environ 300°. Les expériences qui ont été faites dans l'air et dans les gaz exigeant une manipulation un peu plus longue, et ne pouvant d'ailleurs être commencée avec sûreté que quand l'équilibre s'était établi dans toute l'étendue du fluide, les séries d'observations qui s'y rapportent partent d'environ 250°.

L'expérience pour le refroidissement dans le vide ou dans un gaz ayant été préparée, comme nous venons de l'expliquer, il ne restait plus qu'à observer, à l'aide d'une montre à secondes, les températures indiquées par le thermomètre après des intervalles de temps égaux entre eux; mais ces températures devaient subir deux corrections que nous allons indiquer. D'abord, on voit, par la disposition même de notre appareil, que la tige du thermomètre était, au bout de peu d'instans, à la température de l'air environnant; chaque température observée était donc trop basse d'un nombre de degrés égal à celui dont se dilaterait la colonne de mercure contenue dans la tige du thermomètre, en la portant de la température de l'air environnant à celle de la boule. Cette correction était facile à calculer, et on l'a appliquée à toutes les températures observées. La seconde correction avait pour but de ramener les indications du thermomètre à mercure à celles du thermomètre à air, et l'on s'est servi pour

cela de la table rapportée dans la première partie de ce Mémoire.

Lorsqu'on avait formé ainsi rigoureusement la série des températures consécutives du thermomètre, il ne restait plus qu'à appliquer à cette série le mode de calcul que nous avons exposé plus haut. On la divisait donc en plusieurs parties, qu'on représentait chacune par des expressions de la forme $m \cdot a^{\alpha t + \beta t^2}$ ou $t$ désigne le temps; et ces formules servaient ensuite à calculer les vitesses de refroidissement pour les différens excès de température; mais ces vitesses doivent subir une diminution facile à déterminer dans chaque cas. Pour concevoir en quoi elle consiste, il faut remarquer que le refroidissement de la boule du thermomètre, provenant de la déperdition de chaleur qui a lieu par la surface, se trouve toujours un peu augmenté par la rentrée du mercure froid venant de la colonne de l'instrument. Or, le volume de ce mercure était connu, ainsi que sa température; on pouvait donc encore évaluer exactement cette dernière correction, qui, bien que très-faible, n'a pas dû être négligée.

Telle est la marche constamment suivie dans l'observation et le calcul de toutes nos expériences. Nous nous sommes contentés de déterminer les vitesses de refroidissement pour des excès de températures, croissans de 20 en 20 degrés; et dans la crainte de donner trop d'étendue à ce Mémoire, nous avons supprimé tous les calculs intermédiaires qui ont servi à ces déterminations.

Nous allons maintenant entrer dans le détail de nos expériences, en les exposant dans l'ordre où elles ont été faites.

Nos recherches préliminaires nous ayant fait reconnaître l'influence de la nature des surfaces sur la loi du refroidissement, il était indispensable d'étudier cette loi pour divers états de la surface de nos thermomètres; mais il fallait aussi que ces surfaces n'éprouvassent aucune altération aux plus hautes températures auxquelles elles seraient exposées. Les deux seules qui nous aient paru remplir cette condition sont les surfaces vitreuses et argentées. Aussi la plupart de nos expériences ont-elles été faites d'abord en conservant au thermomètre sa surface naturelle, puis en la recouvrant d'une feuille d'argent très-mince. Ces deux espèces de surfaces jouissent, comme on le sait, de pouvoirs rayonnans très-différens; le verre étant un des corps qui rayonnent le plus, et l'argent celui de tous qui rayonne le moins. Les lois auxquelles nous sommes parvenus dans la comparaison des refroidissemens de ces deux surfaces sont d'une telle simplicité, qu'il est hors de doute qu'elles s'appliquent à tout autre corps.

### *Du Refroidissement dans le vide.*

Les observations sur le refroidissement dans le vide, calculées comme nous l'avons précédemment expliqué, sont toutes affectées d'une erreur très-faible à la vérité, mais dont il est indispensable de les corriger. Cette erreur provient de la petite quantité d'air restée dans le ballon, et qui, dans le plus grand nombre des expériences, ne s'élevait qu'à 2 millimètres.

Ce n'est point sur la série de températures fournie par l'observation que cette correction peut être exécutée immédiatement; mais il est aisé de la faire subir aux vitesses

de refroidissement déduites du calcul, et pour cela il suffit de les diminuer de la quantité correspondante à la chaleur enlevée par l'air resté dans le ballon.

Pour déterminer la valeur de cette correction dans chaque cas, nous avons observé le refroidissement de notre thermomètre dans le ballon contenant de l'air à différens degrés de densité, et nous avons calculé, pour les divers excès de température, les vitesses de refroidissement correspondantes à chaque densité : en retranchant de ces vitesses celles qui ont lieu dans le vide, on aurait exactement la mesure des quantités de chaleur enlevées par l'air dans ses différens états de raréfaction. On aura donc des valeurs presque exactes de ces mêmes quantités, en retranchant les vitesses déjà très-approchées que donne l'observation du refroidissement dans le ballon, lorsqu'il ne contient plus qu'une quantité extrêmement faible de gaz.

Ayant ainsi déterminé pour chaque excès de température et pour diverses densités, les quantités de chaleur enlevées par l'air, nous avons reconnu qu'elles suivaient une loi simple, à l'aide de laquelle nous avons déterminé avec une précision suffisante les corrections que devaient subir les vitesses calculées. Les nombres que nous rapporterons dans la suite de ce chapitre peuvent donc être regardés comme extrêmement peu éloignés de ceux qu'on déduirait d'observations faites dans un vide absolu.

Passons maintenant à l'examen des diverses séries calculées et corrigées, et commençons par celle dans laquelle le ballon était entouré de glace fondante. Le thermomètre conserve sa surface vitreuse naturelle.

| Excès de température du thermomètre sur l'enceinte. | Vitesses correspondantes de refroidissement. |
|---|---|
| 240° ; | 10°,69 ; |
| 220 ; | 8,81 ; |
| 200 ; | 7,40 ; |
| 180 ; | 6,10 ; |
| 160 ; | 4,89 ; |
| 140 ; | 3,88 ; |
| 120 ; | 3,02 ; |
| 100 ; | 2,30 ; |
| 80. | 1,74. |

La première colonne contient les excès de température du thermomètre sur celle de l'enceinte, c'est-à-dire, les températures elles-mêmes, puisque l'enceinte était à 0°. La seconde colonne renferme les vitesses correspondantes de refroidissement calculées et corrigées par les méthodes que nous avons indiquées. Ces vitesses, ainsi que nous avons eu l'occasion de le dire plusieurs fois, sont les nombres de degrés dont la température s'abaisserait dans le vide durant une minute, en supposant le refroidissement uniforme pendant la durée de cette minute.

Cette première série met bien en évidence l'inexactitude de la loi de Richmann ; car, dans cette loi, la vitesse de refroidissement à 200° devrait être double de celle qui correspond à 100°, et nous la trouvons plus que triple. En comparant de même les pertes à 240° et à 80° d'excès, on trouve la première environ six fois plus grande, tandis que, suivant la loi de Richmann, elle devrait être seulement triple.

Rien ne serait plus facile que de représenter avec une

formule composée de deux ou trois termes les résultats contenus dans le tableau précédent, et d'obtenir ainsi une relation empyrique entre les températures des corps et les vitesses correspondantes de refroidissement; mais les formules de ce genre, utiles sans doute lorsqu'on a besoin de calculer des effets intermédiaires compris dans la série de ceux qui ont servi à l'interpolation, deviennent presque toujours inexactes hors des limites entre lesquelles elles ont été déterminées, et ne sont jamais propres à faire connaître les lois du phénomène qu'on étudie.

Nous avons donc cru nécessaire, avant de rechercher aucune loi, de varier nos observations autant que la nature du sujet le permettait, et nous avons été conduits en cela par une remarque relative à la théorie du rayonnement, et qui, nous le croyons, n'a été faite jusqu'ici par aucun physicien.

Dans la théorie adoptée des échanges de chaleur, le refroidissement d'un corps dans le vide n'est que l'excès de son rayonnement sur celui des corps environnans. Ainsi, en appelant $\theta$ la température de l'enceinte vide dans laquelle un corps se refroidit, et $t+\theta$ la température de ce corps, on aura en général, pour la vitesse $V$ du refroidissement (en observant que cette vitesse est nulle quand $t$ est nul):

$$V = F(t+\theta) - F(\theta).$$

$F$ désignant la fonction inconnue de la température absolue qui représente la loi du rayonnement.

Si les fonctions $F(t+\theta)$ et $F(\theta)$ étaient proportionnelles à leurs variables, c'est-à-dire, qu'elles fussent

de la forme $m(t+\theta)$ et $m(\theta)$; $m$ étant une constante, on trouverait la vitesse du refroidissement égale à $mt$, et l'on retomberait dans la loi de Richmann, puisque les vitesses de refroidissement se trouveraient ainsi proportionnelles aux excès de température : ces vitesses seraient en même temps indépendantes des températures absolues, comme on l'a supposé jusqu'à présent. Mais si la fonction $F$ n'est point proportionnelle à sa variable, ainsi que nos expériences le prouvent, l'expression :

$$F(t+\theta)-F(\theta),$$

qui représente la vitesse du refroidissement, devra dépendre à-la-fois de l'excès de température $t$ et de la température absolue $\theta$ de l'enceinte. C'est pour vérifier cette conséquence que nous avons observé le refroidissement du thermomètre dans le vide, en amenant successivement l'eau du tonneau, dans lequel le ballon est plongé, à 20°, 40°, 60°, 80°. Le tableau suivant présente, sous un même point de vue, tous les résultats de chacune de ces séries d'observation qui ont d'ailleurs été répétées plusieurs fois.

| Excès de températ du thermom., à surface vitreuse. | Vitesse de refroidissem., l'enceinte a 0°. | Vitesse de refroidissem., l'enceinte à 20°. | Vitesse de refroidissem, l'enceinte à 40°. | Vitesse de refroidissem., l'enceinte à 60°. | Vitesse de refroidissem., l'enceinte à 80°. |
|---|---|---|---|---|---|
| 240° ; | 10°,69 ; | 12°,40 ; | 14°,35 ; | . . . . | . . . . |
| 220 ; | 8,81 ; | 10,41 ; | 11,98 ; | . . . . | . . . . |
| 200 ; | 7,40 ; | 8,58 ; | 10,01 ; | 11°,64 ; | 13°,45 ; |
| 180 ; | 6,10 ; | 7,04 ; | 8,20 ; | 9,55 ; | 11,05 ; |
| 160 ; | 4,89 ; | 5,67 ; | 6,61 ; | 7,68 ; | 8,95 ; |
| 140 ; | 3,88 ; | 4,57 ; | 5,32 ; | 6,14 ; | 7,19 ; |
| 120 ; | 3,02 ; | 3,56 ; | 4,15 ; | 4,84 ; | 5,64 ; |
| 100 ; | 2,30 ; | 2,74 ; | 3,16 ; | 3,68 ; | 4,29 ; |
| 80 ; | 1,74. | 1,99 ; | 2,30 ; | 2,73 ; | 3,18 ; |
| 60. | . . . . | 1,40. | 1,62. | 1,88. | 2,17. |

Ce tableau, qui n'a besoin d'aucune explication, confirme, comme on le voit, le principe que nous venons d'établir; mais les résultats qu'il renferme donnent lieu à un rapprochement très-simple qui nous a conduit à la découverte de la loi du refroidissement dans le vide. Si l'on compare les nombres correspondans de la 2me et de la 3me colonne, c'est-à-dire, les vitesses de refroidissement pour les mêmes excès de température, l'enceinte étant successivement à *zéro* et à 20°, on trouve que les rapports de ces vitesses ont varié ainsi qu'il suit:

1,16... 1,18... 1,16... 1,15... 1,16... 1,17... 1,17... 1,18... 1,15.

Ces nombres, qui diffèrent déjà très-peu les uns des autres sans offrir rien de régulier dans leurs variations, n'exigeraient, pour être rendus égaux, qu'un changement sur quelques vitesses observées qui s'élèverait à peine à un centième de leur valeur.

Comparons de même les vitesses observées, l'enceinte étant à 20° et à 40. On trouvera pour les rapports des vitesses :

1,16... 1,15... 1,16... 1,16... 1,17... 1,16... 1,17... 1,15... 1,16... 1,16.

Prenons maintenant les rapports entre les vitesses pour le cas où l'enceinte est à 40°, et celui où elle est à 60°; on trouve :

1,15..... 1,16..... 1,16..... 1,15..... 1,17..... 1,16..... 1,18..... 1,16.

Enfin, on aura pour les rapports entre les vitesses correspondantes aux cas où l'enceinte est à 60° et à 80° :

1,15..... 1,15..... 1,16..... 1,17..... 1,16..... 1,17..... 1,17..... 1,15.

Les trois dernières comparaisons nous conduisent au même résultat que la première, et nous apprennent en outre que le rapport constant entre deux des séries consécutives est resté le même, en portant l'enceinte de 0° à 20°; de 20° à 40°; de 40° à 60°; enfin, de 60° à 80°. Les expériences précédentes mettent donc en évidence la loi suivante : *La vitesse de refroidissement d'un thermomètre dans le vide pour un excès de température constant croît en progression géométrique, quand la température de l'enceinte croît en progression arithmétique. Le rapport de cette progression géométrique est le même, quel que soit l'excès de température considéré.*

Cette première loi, qui se rapporte uniquement à la variation de température de l'enceinte, nous permet de mettre l'expression précédemment trouvée de la vitesse du refroidissement dans le vide :

$$F\,(t+\theta) - F\,(\theta),$$

sous la forme :

$$\varphi t \times a^{\theta}.$$

$a$ étant un nombre constant, et $\varphi\,(t)$ une fonction de la variable $t$ seulement, et qu'il s'agit de découvrir.

Les deux expressions de la vitesse de refroidissement étant égalées, nous donnent :

$$\frac{F\,(t+\theta) - F\,(\theta)}{a^{\theta}} = \varphi\,(t);$$

d'où, en développant en série :

$$\varphi\,(t) = t.\frac{F'\,(\theta)}{a^{\theta}} + \frac{t^2}{2}.\ \frac{F''\,(\theta)}{a^{\theta}} + \frac{t^3}{2.3}.\ \frac{F'''\,(\theta)}{a^{\theta}}.$$

Et cette équation, devant être satisfaite pour toutes les valeurs de $t$, exige qu'on ait :

$$F' \theta = n . a^{\theta}.$$

$n$ étant un nombre indéterminé, on en déduit :

$$F(\theta) = m . a^{\theta} + \text{constante},$$

en faisant, pour abréger, $\frac{n}{\log a.} = m$. Et par suite :

$$F(t+\theta) = m . a^{t+\theta} + \text{constante}.$$

On a donc enfin pour la valeur de la vitesse :

$$V = m . a^{\theta} (a^{t} - 1).$$

Equation qui renferme la loi du refroidissement dans le vide.

Si l'on suppose $\theta$ constant, le coefficient $m a^{\theta}$ le sera aussi, et la loi précédente pourra s'énoncer ainsi :

*Lorsqu'un corps se refroidit dans une enceinte vide et entretenue à une température constante, la vitesse du refroidissement, pour des excès de température en progression arithmétique, croît comme les termes d'une progression géométrique diminués d'un nombre constant.*

Le rapport $a$ de cette progression est facile à trouver pour le thermomètre dont nous venons d'observer le refroidissement; car, lorsque $\theta$ augmente de 20°, $t$ restant le même, la vitesse du refroidissement se trouve multipliée par 1,165, moyenne entre tous les rapports déterminés précédemment. On a donc :

$$a = \sqrt[20]{1,165} = 1,0077.$$

Il ne reste plus maintenant pour vérifier l'exactitude de la loi précédente qu'à la comparer aux différentes

séries contenues dans le tableau rapporté plus haut. Commençons par celle où l'enceinte était à 0° : on trouve alors qu'il faut faire $m = 2{,}037$; on a donc, pour ce cas :

$$V = 2{,}037\ (a^t - 1),$$

$$\text{ou : } a = 1{,}0077\ (1).$$

| Excès de température du thermomètre, ou valeurs de $t$. | Valeurs observées de $V$. | Valeurs calculées de $V$. |
|---|---|---|
| 240° ; | 10°,69 ; | 10°,68 ; |
| 220 ; | 8,81 ; | 8,89 ; |
| 200 ; | 7,40 ; | 7,34 ; |
| 180 ; | 6,10 ; | 6,03 ; |
| 160 ; | 4,89 ; | 4,87 ; |
| 140 ; | 3,88 ; | 3,89 ; |
| 120 ; | 3,02 ; | 3,05 ; |
| 100 ; | 2,30 ; | 2,33 ; |
| 80. | 1,74. | 1,72. |

Prenons maintenant la série faite dans l'enceinte à 20°, le coefficient précédent de $(a^t - 1)$ doit être alors multiplié par $a^{20} = 1{,}165$. On a donc :

$$V = 2{,}374\ (a^t - 1).$$

| Excès de température, ou valeurs de $t$. | Valeurs observées de $V$. | Valeurs calculées de $V$. |
|---|---|---|
| 240° ; | 12°,40 ; | 12°,46 ; |
| 220 ; | 10,41 ; | 10,36 ; |

(1) Pour se rappeler la valeur du coefficient 1,0077, on peut remarquer qu'il est égal à-peu-près au carré du coefficient de la dilatation des gaz.

| | | |
|---|---|---|
| 200° ; | 8°,58 ; | 8°,56 ; |
| 180 ; | 7,04 ; | 7,01 ; |
| 160 ; | 5,67 ; | 5,68 ; |
| 140 ; | 4,57 ; | 4,54 ; |
| 120 ; | 3,56 ; | 3,56 ; |
| 100 ; | 2,74 ; | 2,72 ; |
| 80 ; | 1,99 ; | 2,00 ; |
| 60 ; | 1,40 ; | 1,38 ; |
| 40 ; | 0,86 ; | 0,85 ; |
| 20. | 0,39. | 0,39. |

Passons à la série correspondante au cas où l'enceinte est à 40°. Le coefficient précédent de $(a^t - 1)$ doit être encore multiplié par $a^{20} = 1,165$. Ainsi :

$$V = 2,766\ (a^t - 1).$$

| Excès de température du thermomètre, ou valeurs de $t$. | Valeurs observées de $V$. | Valeurs calculées de $V$. |
|---|---|---|
| 240° ; | 14°,35 ; | 14°,44 ; |
| 220 ; | 11,98 ; | 12,06 ; |
| 200 ; | 10,01 ; | 9,97 ; |
| 180 ; | 8,20 ; | 8,17 ; |
| 160 ; | 6,61 ; | 6,62 ; |
| 140 ; | 5,32 ; | 5,29 ; |
| 120 ; | 4,15 ; | 4,14 ; |
| 100 ; | 3,16 ; | 3,17 ; |
| 80 ; | 2,30 ; | 2,33 ; |
| 60. | 1,62. | 1,61. |

Pour la série dans laquelle l'enceinte est à 60°, on aura :

$$V = 3,222\ (a^t - 1).$$

| Excès de température, ou valeurs de $t$. | Valeurs observées de $V$. | Valeurs calculées de $V$. |
|---|---|---|
| 200°; | 11°,64; | 11°,61; |
| 180; | 9,55; | 9,52; |
| 160; | 7,68; | 7,71; |
| 140; | 6,14; | 6,16; |
| 120; | 4,84; | 4,82; |
| 100; | 3,68; | 3,69; |
| 80; | 2,73; | 2,71; |
| 60. | 1,88. | 1,87. |

Enfin, quand l'enceinte est à 80°, on a :

$$V = 3,754 \, (a^t - 1).$$

| Excès de température, ou valeurs de $t$. | Valeurs observées de $V$. | Valeurs calculées de $V$. |
|---|---|---|
| 200°; | 13°,45; | 13°,52; |
| 180; | 11,05; | 11,09; |
| 160; | 8,95; | 8,98; |
| 140; | 7,19; | 7,18; |
| 120; | 5,64; | 5,61; |
| 100; | 4,29; | 4,30; |
| 80; | 3,18; | 3,16; |
| 60. | 2,17. | 2,18. |

L'accord remarquable des résultats du calcul et de l'observation ne permet point de douter de l'exactitude de la loi à laquelle nous avons été conduits. Sans nous arrêter aux conséquences qui peuvent s'en déduire, et sur lesquelles nous reviendrons tout-à-l'heure, examinons tout de suite les séries de vitesse de refroidissement pour la boule argentée. Lorsque ces séries ont été cal-

culées, nous nous sommes immédiatement aperçus, en les comparant aux séries analogues du thermomètre nu, que les vitesses de refroidissement de celui-ci étaient, pour la même température de l'enceinte et pour les mêmes excès de température du corps, proportionnelles aux vitesses correspondantes de refroidissement dans la boule à surface argentée : la formule trouvée précédemment s'appliquera donc au cas de l'argent, en conservant à $a$ la même valeur, et en diminuant convenablement $m$.

Notre première observation sur le refroidissement du thermomètre argenté a été faite, $\theta$ étant égal à 20°. Nous avons trouvé qu'il fallait supposer $m=0{,}357$, et par conséquent $ma^{\theta}=0{,}416$. Donc :

$$V=0{,}416\,(a^{t}-1).$$

| Excès de température, ou valeurs de $t$. | Valeurs observées de $V$. | Valeurs calculées de $V$. |
|---|---|---|
| 280° ; | 3°,05 ; | 3°,11 ; |
| 260 ; | 2,59 ; | 2,61 ; |
| 240 ; | 2,18 ; | 2,18 ; |
| 220 ; | 1,83 ; | 1,81 ; |
| 200 ; | 1,53 ; | 1,50 ; |
| 180 ; | 1,26 ; | 1,23 ; |
| 160 ; | 1,02 ; | 1,00 ; |
| 140 ; | 0,81 ; | 0,80 ; |
| 120 ; | 0,62 ; | 0,62 ; |
| 100 ; | 0,47 ; | 0,48 ; |
| 80 ; | 0,34 ; | 0,35 ; |
| 60 ; | 0,24 ; | 0,24 ; |
| 40 ; | 0,15 ; | 0,15 ; |
| 20. | 0,07. | 0,07. |

Une série aussi étendue que la précédente suffirait pour prouver que la formule qui satisfait au refroidissement de la boule vitreuse dans le vide s'étend au cas de la boule argentée, en y conservant à $a$ la même valeur. Néanmoins, pour ne négliger aucuns des moyens de vérification qui nous étaient offerts, nous avons fait varier la température de l'enceinte, et nous l'avons portée de suite à 80°. Le coefficient précédent de $(a^t - 1)$ doit être multiplié par $a^{60}$; ce qui donne :

$$V = 0{,}658\ (a^t - 1).$$

| Excès de température, ou valeurs de $t$. | Valeurs observées de $V$. | Valeurs calculées de $V$. |
|---|---|---|
| 240°; | 3°,40; | 3°,44; |
| 220; | 2,87; | 2,86; |
| 200; | 2,35; | 2,37; |
| 180; | 1,92; | 1,94; |
| 160; | 1,56; | 1,58; |
| 140; | 1,27; | 1,26; |
| 120; | 0,99; | 0,98; |
| 100; | 0,75; | 0,76; |
| 80. | 0,56. | 0,55. |

La simplicité et la généralité de la loi que nous venons d'établir, l'exactitude avec laquelle l'observation la confirme dans une étendue de près de 300° de l'échelle thermométrique, tout nous prouve qu'elle représentera rigoureusement le progrès du refroidissement dans le vide, à toutes les températures, et pour tous les corps.

Revenons maintenant au calcul qui nous a conduit à la découverte de cette loi.

Le rayonnement total de l'enceinte y est représenté par $F(\theta)$, et nous trouvons pour sa valeur :

$$ma^{\theta} + \text{constante.}$$

Or, le point à partir duquel se comptent les températures absolues $\theta$ étant arbitraire, on peut le choisir de manière que la constante soit nulle ; ce qui réduira l'expression précédente à $ma^{\theta}$. On en conclura donc que s'il était possible d'observer le refroidissement absolu d'un corps dans le vide, c'est-à-dire, les pertes de chaleur de ce corps, sans restitution de la part des corps environnans, ce refroidissement suivrait une loi dans laquelle les vitesses croîtraient en progression géométrique, les températures croissant en progression arithmétique ; et de plus, que le rapport de cette progression géométrique serait le même pour tous les corps, quel que soit l'état de leurs surfaces.

De cette loi très-simple en elle-même, se déduit comme une conséquence celle du refroidissement réel des corps dans le vide ; loi que nous avons déjà énoncée plus haut. En effet, pour passer du premier cas à celui-ci, il suffit de tenir compte de la quantité de chaleur envoyée à chaque instant par l'enceinte ; cette quantité de chaleur sera constante si la température de l'enceinte ne varie pas ; d'où il suit que la vitesse du refroidissement réel d'un corps dans le vide doit, pour des excès de température en progression arithmétique, croître comme les termes d'une progression géométrique diminués d'un nombre constant. Ce nombre doit lui-même varier en progression géométrique quand la température de l'enceinte (dont il représente le rayonnement absolu) varie en progression

arithmétique. Ces divers résultats sont clairement exprimés dans l'équation obtenue précédemment, en y faisant $m a^{\theta} = M$. On a :

$$V = M (a^t - 1).$$

$M$ est le nombre qu'on doit retrancher des différens termes de la progression géométrique exprimés par $M a^t$, et l'on voit en outre que ce nombre $M$ est lié avec $\theta$ par la relation énoncée plus haut.

Puisque la valeur de $a$ est indépendante de la nature de la surface, il en résulte que la loi du refroidissement dans le vide est la même pour tous les corps; en sorte que les pouvoirs rayonnans de diverses substances conservent les mêmes rapports à toutes les températures. Nous avons trouvé ce rapport égal à 5,7, en comparant le verre à l'argent; ce résultat est un peu moindre que celui de M. Leslie; mais cela tient sans doute à ce que la surface argentée de notre thermomètre était mate, tandis que M. Leslie a employé de l'argent poli.

On voit aussi, dans l'hypothèse qui nous a donné la loi du rayonnement absolu, qu'il faudrait faire $\theta = \infty$ pour rendre la vitesse nulle; ce qui fixe le *zéro* absolu à l'infini. Cette opinion, rejetée par un grand nombre de physiciens parce qu'elle conduisait à regarder comme infinie la quantité de chaleur contenue dans les corps, en supposant leur capacité constante, devient au contraire vraisemblable, maintenant qu'on sait que les chaleurs spécifiques diminuent à mesure que la température s'abaisse. En effet, la loi de cette diminution peut être telle que l'intégrale des quantités de chaleur prise jusqu'à une température infiniment basse ait cependant une valeur finie.

La loi du refroidissement telle que nous venons de la présenter, et telle qu'on peut l'observer dans le vide, se rapporte uniquement aux vitesses de refroidissement estimées par l'abaissement de température qu'indiquerait un thermomètre à air. L'on peut voir, par la correspondance de toutes les échelles thermométriques précédemment exposée, qu'en se servant de tout autre thermomètre, les relations entre les températures et les vitesses de refroidissement perdraient ce caractère de simplicité et de généralité que nous leur avons trouvé, et qui est l'attribut ordinaire des lois de la nature. Si les capacités des corps pour la chaleur étaient constantes lorsqu'on les détermine avec ce même thermomètre, la loi précédente donnerait encore l'expression des quantités de chaleur perdues, en fonction des températures correspondantes. Mais comme nous avons prouvé que le calorique spécifique des corps n'est constant dans aucune échelle thermométrique, on voit que pour passer à ces pertes réelles de chaleur, il faut admettre un élément de plus, savoir : la variation de capacité des corps soumis à l'observation. En considérant la question sous ce point de vue, il faudrait donc connaître d'abord la loi des capacités pour un certain corps, et déterminer ensuite par des observations directes les quantités de chaleur perdues par ce même corps, à des termes fixes de températures indiquées par le thermomètre à air. Alors, en multipliant les vitesses de refroidissement déduites de la loi précédente, par les capacités correspondantes, on représenterait les pertes absolues de chaleur. Ce n'est pas dans l'intervalle des deux ou trois cents premiers degrés de l'échelle centigrade que l'on peut espérer de vérifier

l'exactitude de ces conséquences. La variation des capacités ne commençant à devenir très-sensible qu'au-delà de ce terme, il faudrait pouvoir observer à des températures de 5 à 600°. On conçoit facilement toute la difficulté d'un pareil genre d'expérience. Cependant nous avons réussi à construire des appareils qui réunissent toutes les conditions desirables ; et nous avons déjà fait un grand nombre d'observations relatives à ce sujet ; mais comme nos résultats ne présentent point encore toute la régularité que nous pouvons espérer de leur donner, nous nous déterminons d'autant plus volontiers à en différer la publication, que la question qu'ils doivent résoudre n'est point comprise dans le programme.

Le moyen que M. Leslie a employé pour mesurer les pouvoirs émissifs des surfaces de différente nature est très-propre à faire connaître les quantités de chaleur rayonnante perdues par un corps à toutes les températures. On sait que ce moyen consiste à évaluer le rayonnement d'un corps par le réchauffement d'un thermomètre à air ou à mercure placé à une certaine distance du corps chaud, et que pour rendre les effets plus sensibles, ce thermomètre est situé au foyer d'un réflecteur.

C'est en se servant de cet appareil, que Laroche est parvenu au résultat que nous avons précédemment rappelé. Parmi les séries d'observations faites par ce moyen, il s'en trouve une qui s'étend, à la vérité, à des températures très-élevées ; mais elle ne peut être d'aucune utilité, parce que les températures ont été déterminées par un procédé fondé sur la supposition que les capacités étaient constantes : les nombres qui représentent les pertes de chaleur sont d'ailleurs affectés d'une autre erreur qui

provient de ce que le réchauffement de son thermomètre focal était trop grand, pour que déjà l'inexactitude de la loi de Newton ne fût très-sensible. Mais pour faire voir que notre loi satisfait aux observations faites par ce procédé quand elles sont débarrassées des causes d'erreurs dont nous venons de parler, nous l'appliquerons aux séries rapportées dans le même Mémoire, et qui ne sortent point des limites où la variation de capacité n'exerce qu'une influence inappréciable. Ces séries sont celles du rayonnement d'un creuset de fer plein de mercure. Ici, la température du corps n'ayant pas excédé 200°, on peut supposer la chaleur spécifique constante. On peut pareillement négliger la correction que le thermomètre à mercure doit subir pour le ramener au thermomètre à air, parce que cette correction est très-faible, et qu'il est probable qu'elle se trouve plus que compensée, puisque la tige du thermomètre employé par Laroche ne pouvait pas plonger en entier dans le creuset de mercure.

Au lieu de prendre chacune des séries rapportées par ce physicien, nous en avons pris en quelque sorte les moyennes à l'aide de la formule par laquelle M. Biot a représenté ces observations ; formule qui se trouve page 634 du 4me volume de son *Traité de Physique*. Les nombres que nous donnons comme résultat de l'observation sont donc déduits de la formule de M. Biot. Pour les représenter à l'aide de notre loi, il faut faire $V$, qui représente ici le rayonnement égal à :

$$4,24\ (a^t - 1).$$

$t$ étant l'excès de température du creuset, et $a$ un

nombre constant que nous avons trouvé précisément égal à 1,0077.

| Valeurs de $t$. | Valeurs observées de $V$. | Valeurs calculées de $V$. |
|---|---|---|
| 200°; | 15°,33; | 15°,29; |
| 180; | 12,51; | 12,52; |
| 160; | 10,09; | 10,15; |
| 140; | 8,04; | 8,11; |
| 120; | 6,30; | 6,36; |
| 100; | 4,84; | 4,86; |
| 80; | 3,60; | 3,58; |
| 60. | 2,54. | 2,47. |

Cette dernière série fournit par son accord, avec notre loi, une nouvelle preuve que le nombre $a$ ne dépend ni de la masse ni de l'état de la surface du corps, puisque nous lui retrouvons ici la même valeur que dans nos expériences sur le refroidissement dans le vide des surfaces vitreuses et argentées.

On peut déduire aisément de l'expression de la vitesse du refroidissement dans le vide, la relation qui lie les températures et le temps; en effet, en désignant le temps par $x$, on a :

$$V = -\frac{dt}{dx} = M\,(a^t - 1).$$

$M$ étant un coefficient constant qui dépend seulement de la température de l'enceinte, on en conclut :

$$dx = \frac{-dt}{M(a^t - 1)}.$$

Et :

$$x = \frac{1}{M \log. a}\left(\log. \frac{a^t - 1}{a^t}\right) + \text{const.}$$

La constante arbitraire et le nombre *M* se détermineront dans chaque cas particulier lorsqu'on aura observé les valeurs de $t$, répondant à deux valeurs connues du temps $x$.

Si l'on supposait $t$ assez petit pour que, eu égard à la petitesse du logarithme de $a$, on pût se borner aux termes de la première puissance dans le développement de $a^t$, on retomberait dans la loi de Newton.

(*La fin au Cahier prochain.*)

---

# SUITE

## *Des Recherches chimiques sur plusieurs Corps gras, et particulièrement sur leurs combinaisons avec les alcalis.*

PAR M. CHEVREUL.

## II$^{me}$ PARTIE.

### *De l'Huile du* Delphinus globiceps.

### CHAPITRE I$^{er}$.

#### *Des Propriétés de l'huile.*

42. Elle avait été extraite au bain-marie du tissu qui la contenait.

43. Elle était légèrement colorée en jaune citrin; son odeur était tout à-la-fois celle du poisson et du cuir apprêté au gras; sa densité, à $20^{d.}$, était de 0,9178.

44. Elle était très-soluble dans l'alcool : 100 de ce liquide, d'une densité de 0,812, ont dissous 110 d'huile à la température de 70$^{d.}$ ; la solution n'a commencé à se troubler qu'à 52$^{d}$. : 100 d'alcool d'une densité de 0,795 ont dissous 123 d'huile à la température de 20$^{d}$. Cette grande solubilité distingue l'huile du dauphin des graisses que nous avons examinées dans notre dernier Mémoire.

45. L'huile, ainsi que ses solutions alcooliques, n'avaient aucune action sur le papier et la teinture de tournesol.

46. 5 grammes d'huile traités par la potasse ont été convertis, par une digestion de vingt heures, en une masse savonneuse, dont la solution dans l'eau n'était pas parfaitement limpide. Je décomposai le savon par l'acide tartarique, j'obtins un *liquide aqueux* et une *matière grasse*.

47. *Liquide aqueux*. Il avait une odeur acide très-forte qui me rappela celle de l'acide butirique. Cette odeur se développa surtout lorsque je le fis évaporer ; le résidu fixe fut traité par l'alcool ; celui-ci, évaporé, laissa un liquide sirupeux-roux, ayant une saveur douce et en même temps très-désagréable : ce résidu pesait 0$^{g}$,63.

48. *Matière grasse*. Elle n'était presque pas colorée ; elle était fluide à 20$^{d.}$ ; abandonnée pendant trois jours à 17$^{d.}$, elle déposa une assez grande quantité de cristaux. Son odeur était beaucoup plus forte que celle de l'huile naturelle ; elle avait un goût de poisson et de rance excessivement désagréable. L'alcool la dissolvait en toutes

proportions, et cette solution rougissait fortement la teinture de tournesol. Elle pesait 3g,34.

49. Il suit des expériences précédentes que 100 d'huile auraient donné :

| | |
|---|---|
| Matière grasse . . . . . . . . . | 66,8 ; |
| Matières solubles dans l'eau, | 33,2. |

Cette petite quantité de matière grasse, l'odeur forte qui s'était développée par la saponification, et qui s'était surtout manifestée lors de l'évaporation du liquide aqueux, me firent penser que l'huile de dauphin pouvait être analogue à une huile que j'ai découverte dans le beurre, et dont je parlerai dans mon prochain Mémoire. D'un autre côté, le défaut de limpidité de la solution du savon (n° 46) me fit soupçonner que ce savon pouvait contenir une matière non acide, analogue à celle du savon de cétine, et qu'en conséquence il était possible que la cétine existât dans l'huile : c'est ce qui me conduisit à abandonner l'huile de dauphin à une température de 5d. à 10d. : il se forma des cristaux que je séparai par le filtre. L'huile filtrée, exposée à 3d.—o, donna de nouveaux cristaux que l'on sépara de l'huile qui ne s'était point congelée.

## CHAPITRE II.

*Examen de la substance cristallisée de l'huile de dauphin.*

50. La substance cristallisée séparée de l'huile, fut égouttée entre des papiers joseph, dissoute dans l'alcool bouillant, d'où elle se précipita par le refroidissement,

sous la forme de beaux cristaux lamelleux. Ces cristaux, séparés du liquide où ils s'étaient formés, furent soumis à la presse, puis redissous dans l'alcool bouillant; les nouveaux cristaux que l'on obtint furent égouttés et soumis à la presse. Ce fut après ce traitement que la substance cristallisée fut examinée comparativement avec de la cétine qui se fondait au même degré qu'elle.

51. Les deux substances cristallisaient de la même manière, soit qu'on les laissât refroidir lentement à la surface de l'eau, après les avoir fondues, soit qu'elles se déposassent de l'alcool.

52. Un thermomètre plongé dans la substance du dauphin fondue marqua 45,5 lorsqu'elle commença à se troubler. A $44^{d.}$, la congélation était très-abondante; mais elle ne fut complète qu'à $43^{d}$,5.

53. 100 d'alcool d'une densité de 0,834, bouillant, ont dissous 2,9 de substance du dauphin et 3 de cétine. Les deux solutions n'avaient aucune action sur les réactifs colorés.

54. On fit bouillir pendant trente heures, dans des cornues de verre, environ 0,9 de chacune des deux substances avec le double de potasse à l'alcool. La cétine s'empâta plutôt que la substance du dauphin; il resta même une portion de cette dernière, qui ne paraissait point saponifiée; mais ayant mis cette portion dans une capsule de platine avec de l'eau de potasse, ayant fait digérer pendant quinze heures, elle finit par s'empâter; cependant la liqueur ne devint pas transparente. On sépara la cétine saponifiée, ainsi que la substance cristallisée du dauphin, qui l'avait été dans les deux opérations qu'on lui avait fait subir. On les fit chauffer dans

l'eau de potasse ; les deux liqueurs ne devinrent pas parfaitement transparentes ; elles furent abandonnées à elles-mêmes. Au bout d'un an, les deux liqueurs furent examinées ; elles avaient déposé beaucoup de matière nacrée. Elles furent mises sur le feu ; la matière nacrée de la substance cristallisée du dauphin disparut, mais plus tard que celle de la cétine. Les liqueurs, concentrées, furent mêlées à l'acide tartarique ; on obtint de la substance du dauphin 0,82 d'une matière grasse, fusible à $40^{d}$. On obtint de la cétine 0,76 d'une matière grasse, fusible à 38.

55. Les deux matières grasses furent traitées par l'eau de baryte, et les masses savonneuses qui en résultèrent le furent par l'alcool froid ; on obtint :

(*a*) De la substance du dauphin, 1° une matière non acide, fusible à $47^{d.}$, du poids de $0^{g},151$ ; 2° une matière acide fusible à $45^{d.}$, dont la solution dans l'eau de potasse donna beaucoup de matière nacrée : elle pesait $0^{g},552$ ;

(*b*) De la cétine, 1° une matière non acide, fusible à $52^{d.}$, du poids de $0^{g},227$ ; 2° une matière acide, fusible à $37^{d.}$, dont la solution dans la potasse donna beaucoup de matière nacrée : elle pesait $0^{g},385$.

56. Si ces expériences ne prouvent pas d'une manière décisive l'identité parfaite de la substance cristallisable de l'huile du dauphin avec la cétine, elles prouvent du moins que ces substances sont congénères, puisque la potasse ne les acidifie qu'en partie.

## CHAPITRE III.

### *Examen de l'huile du dauphin, dont on avait séparé la substance cristallisée.*

57. Sa couleur était un peu plus foncée que celle de l'huile dont la substance cristallisée n'avait point été séparée. Son odeur était plus forte ; elle était parfaitement fluide à 20d. A cette température, sa densité était de 0,924, au lieu de 0,917, densité de l'huile contenant la substance cristallisée.

58. 100 d'alcool, d'une densité de 0,820, ont dissous avant de bouillir 149,4 d'huile. La solution n'a commencé à se troubler qu'à 53d. ; elle était légèrement acide au tournesol, et la liqueur rouge redevenait bleue par l'addition d'eau, comme si elle eût contenu une graisse acide. Pour savoir s'il en était ainsi, ou si l'acidité était due au développement de l'acide que j'avais reconnu dans le *liquide aqueux* provenant du savon d'huile de dauphin, décomposé par l'acide tartarique, n° 47 ; je traitai l'huile par la magnésie, par la raison que cette base neutralise bien les acides, et qu'elle n'a point la propriété d'acidifier les corps gras, dans la circonstance au moins où la potasse et la soude les acidifient. (*Voyez* 4me Mémoire, n° 14.)

59. Je pris environ 6 grammes d'huile légèrement acide, 2 grammes de magnésie caustique et environ 100 grammes d'eau ; les matières, mêlées à une douce chaleur, formèrent une émulsion. On ajouta de l'eau, et on augmenta la chaleur en agitant continuellement le mélange. On filtra l'eau encore chaude : elle n'avait au-

cune acidité. L'ayant fait évaporer à siccité avec les lavages de l'huile, on obtint un résidu roux, ayant l'odeur de l'acide n° 47, pesant 0g,02. Ce résidu était formé de cet acide, uni à la magnésie, et de principe colorant orangé. Quant à l'huile et à la magnésie, on les mit sur un filtre mouillé afin de les priver de l'eau qu'elles retenaient : quand elles furent égouttées, on les exposa à une douce chaleur, puis on les traita par l'alcool d'une densité de 0,791. La solution fut concentrée, puis mêlée à l'eau; l'huile qu'on obtint était d'un jaune citrin; elle se congelait, à 15d., en une espèce de beurre; elle avait perdu une portion de son odeur; elle n'avait aucune action sur le papier de tournesol; sa solution alcoolique n'en avait point sur la teinture de ce dernier. D'un autre côté, 0g,300 de cette huile ayant été incinérés, ont laissé une trace de cendre absolument inappréciable à une balance qui trébuchait lorsqu'on ajoutait 0,001 au poids de la capsule où l'on avait fait l'incinération. Il suit de cette expérience que l'acidité de l'huile de dauphin était due à l'acide dont nous avons parlé n° 47, et non à une acidification de l'huile proprement dite.

60. 5 grammes d'huile non acide ont été saponifiés par 3g. de potasse dissous dans l'eau. Les matières ont été tenues pendant quinze heures sur le feu; au bout de ce temps, la masse savonneuse résultant de l'opération a été dissoute dans l'eau; mais la dissolution n'était pas parfaitement limpide. On a décomposé le savon par l'acide tartarique; on a séparé le *liquide aqueux* de la *matière grasse*. On a lavé celle-ci à l'eau chaude jusqu'à ce que le lavage fût inodore et sans action sur la teinture de tournesol; les lavages ont été réunis au liquide aqueux.

61. *Liquide aqueux.* Il a été distillé dans une cornue de verre munie d'une allonge et d'un récipient à long col. Lorsque le liquide a été concentré en sirop, on y a ajouté de l'eau, et l'on a continué la distillation afin de chasser toutes les parties volatiles qui pouvaient encore rester dans ce résidu; puis on a transvasé le liquide concentré dans une capsule; on l'a fait évaporer à siccité, et on a traité le résidu par l'alcool d'une densité de 0,791; l'alcool, évaporé, a laissé 0g,562 d'un sirop douceâtre, contenant du *principe doux*, un peu de *principe ayant l'odeur de cuir,* en un *principe colorant orangé*, qui existait pour la plus grande partie, si ce n'est en totalité, dans l'huile, avant que celle-ci eût été saponifiée; car, au moment où l'eau de potasse fut en contact avec l'huile, la couleur de cette substance devint d'un brun orangé, avant même que la saponification eût commencé : d'où je conclus que le principe colorant qui se trouve dans le liquide aqueux n'est point produit par l'action de l'alcali, mais qu'il est simplement mis à nu, et qu'ensuite il s'unit avec la potasse, qui en rend la présence plus sensible, en formant avec lui une combinaison de couleur foncée. Le principe colorant resta pour la plus grande partie dans le liquide aqueux; car la graisse saponifiée n'avait presque pas de couleur. Quant au produit de la distillation du liquide aqueux, il fut neutralisé par l'hydrate de baryte cristallisé; puis évaporé à siccité, il laissa 1g,73 d'un résidu sec, formé d'acide 0g,937, et de baryte 0g,793. Nous reviendrons plus tard sur la nature de cet acide, que je nommerai dans la suite *delphinique*.

62. *Matière grasse.* A 20d., une faible portion de cette matière était congelée; à 10d., la plus grande partie

était en petites lames, tandis que l'autre partie était parfaitement fluide : elle était colorée en jaune léger. L'eau chaude avec laquelle on l'avait agitée lui avait enlevé son odeur de poisson et de cuir; il ne lui restait que l'odeur rance des graisses saponifiées. Sa densité était de 0,892 à 20d. Elle était très-acide. 100 de cette matière grasse, bouillie avec des eaux qui contenaient 13,53 de potasse pure et 9,5 de soude pure, ont produit des solutions qui n'étaient pas parfaitement limpides.

63. Cette matière grasse pesait 3g,3. On la fit digérer avec de l'eau de baryte en excès; on fit évaporer à siccité, et on traita le résidu par de l'alcool froid d'une densité de 0,791. On obtint, par ce moyen, 0g,715 d'une graisse blanche, fusible à 28d., ne rougissant pas la teinture de tournesol (1), soluble dans l'alcool froid, et 2g,585 d'une *graisse acide* qui était restée en combinaison avec la baryte, et qui n'avait point été dissoute par l'alcool. Cette graisse acide commença à se congeler à 22d., mais en partie seulement; à 15d., elle paraissait solide en totalité.

63 *bis*. Pour connaître plus en détail la nature des produits dont je viens de parler, je saponifiai 40 grammes d'huile de dauphin; je décomposai le savon par l'acide tartarique.

---

(1) Cette matière, ayant été exposée dans un verre à pied sur un poêle, se fondit en partie. La portion fluide, ayant été décantée, se figeait à 28d. La portion concrète, ayant été mise avec de l'eau dans une cloche de verre, fut chauffée à 60d.; elle s'attacha aux parois du verre, et ne se fondit qu'imparfaitement : elle parut se figer entre 32 et 36d.

Liquide aqueux. Il fut distillé. Le produit de la distillation contenant l'acide delphinique fut neutralisé par l'eau de baryte, puis évaporé à siccité. (*Voyez* le Chapitre III, pour l'analyse du delphinate de baryte, et les propriétés de son acide.)

Matière grasse séparée de la potasse. Elle forma avec l'eau de potasse une solution presque transparente, qui laissa précipiter une matière nacrée très-brillante. Mais lorsqu'on vint à recueillir celle-ci sur un filtre, on n'obtint qu'une matière glaireuse qui se dessécha à la manière d'un vernis gras. Je m'en vais examiner successivement, 1° la *matière précipitée*; 2° la *liqueur qui en avait été séparée par le filtre.*

1°. *Matière précipitée.* Elle fut traitée par l'acide hydrochlorique; le corps gras qu'elle donna le fut par l'eau de baryte, puis par l'alcool : par ce moyen, on obtint une *graisse acide A* et une *graisse non acide B.*

*Graisse acide A.* Elle était fusible à 40$^{d.}$ environ; elle fut dissoute complètement par l'eau de potasse faible. La solution contenait des acides margarique et oléique; elle déposa une matière nacrée dont l'acide margarique était fusible à 50$^{d.}$; mais qui, ayant été traitée par l'eau de potasse, donna un acide fusible à 54. Le surmargarate qu'il forma avec la potasse contenait, pour 100 d'acide, 8,89 de base. 100 du même acide neutralisèrent 27 de baryte et 21 de strontiane.

*Graisse non acide B.* Elle était fusible à 32$^{d}$. Elle fut bouillie et digérée pendant vingt heures dans l'eau de potasse : on eut une *matière jaune flexible*, sillonnée, et une *eau-mère* qui ne contenait ni matière grasse ni principe doux. La *matière jaune flexible*, lavée à l'eau

froide, fut fondue : par ce moyen, on en sépara un peu d'eau. La matière fondue contenait 100 de matière grasse et 4,8 de potasse. L'ayant traitée par l'eau bouillante dans un ballon, une très-petite portion fut portée dans le col, où elle s'attacha sous la forme d'une gelée sans consistance ; la plus grande partie se fondit à la surface de l'eau. La matière, ainsi lavée, ne contenait presque plus d'alcali ; car, en ayant traité 110 par l'acide muriatique, on obtint 110 de graisse et 1,5 de potasse. La graisse était fusible à 30d. L'ayant traitée par la baryte, puis par l'alcool, on obtint un peu de graisse acide et une graisse non acide blanche, fusible à 35d.

2°. *Liqueur séparée par le filtre de la matière précipitée.*

Cette liqueur, qui était un peu trouble, mise sur le feu, s'éclaircit complètement. Elle fut décomposée par l'acide tartarique. La matière grasse fut traitée par l'eau de baryte et par l'alcool : par ce moyen, on obtint une *graisse acide a* et une *graisse non acide b.*

*Graisse acide a.* Elle était fusible à 21d., soluble en totalité dans l'eau de potasse. Elle se réduisit en *surmargarate de potasse* et en *oléate de potasse.* L'acide oléique qu'on en obtint était fluide à 15d. ; il n'avait qu'une très-légère odeur : 100 neutralisèrent 27,8 de baryte et 20,5 de strontiane.

*Graisse non acide b.* Elle était fusible à 16d. ; elle fut bouillie et digérée pendant vingt heures avec de l'eau de potasse ; on obtint une *masse savonneuse* qui n'était pas bien séparée de l'*eau-mère.* Celle-ci était dépourvue de matière grasse ; mais elle m'a paru contenir un peu de principe doux. La *masse savonneuse,* chauffée avec

de l'eau, ne forma pas de solution transparente; mais elle produisit un liquide dans lequel on apercevait de la matière nacrée, et qui était recouvert d'une pellicule. Ce liquide, traité par un acide, donna une matière grasse qui se réduisit par l'analyse à $\frac{2}{5}$ d'une graisse acide, fusible à 15$^{d}$., entièrement soluble dans la potasse; à $\frac{3}{5}$ d'une graisse non acide, fusible à 27$^{d}$.

63 *ter*. On voit, par ces expériences, que l'huile de dauphin se réduit, par l'action de la potasse, 1° en *acide delphinique*; 2° en *principe doux*; 3° en *acide margarique*; 4° en *acide oléique*; 5° en *une matière non acide, fusible à* 35; 6° en *une matière non acide, fusible à* 27.

*(La fin au prochain Cahier.)*

---

# NOTE

## *Contenant quelques expériences relatives à l'action de l'acide hydrochlorique sur les alliages de cuivre et d'étain.*

Par M. Chaudet,

Essayeur provisoire des Monnaies.

Après avoir analysé par *inquartation* et au moyen de l'acide hydrochlorique les alliages d'étain et d'antimoine, et ceux d'étain et de bismuth (1), il était naturel de

---

(1) *Voyez* les *Annales de Chimie et de Physique*, t. III, p. 376, et t. V, p. 142.

chercher à appliquer ce moyen aux alliages de cuivre et d'étain. C'est en effet ce que j'ai tenté dans les expériences de cette nouvelle Note, dans laquelle j'ai suivi, pour rendre ce travail aussi utile que possible, le même ordre adopté dans les deux Notes que je viens de citer, c'est-à-dire, que j'ai commencé par étudier la mesure de l'action de l'acide hydrochlorique sur le métal qui fait l'objet de l'analyse, et ensuite celle qu'exerce cet acide sur les alliages que forme ce métal avec l'étain dans diverses proportions, et en notant, sur mon passage, tout ce qui devait servir à confirmer des faits connus, ou à en éclairer d'autres jusqu'ici restés peu observés.

Après donc m'être assuré que l'étain qui devait me servir dans ces expériences était pur et se dissolvait complètement dans l'acide hydrochlorique également pur et d'une pesanteur spécifique de 1190, je laminai le plus mince possible une certaine quantité de cuivre pur, et après l'avoir coupé en petits fragmens, j'en pesai cent parties (ces cent parties représentaient 5 grammes), je les introduisis dans un matras avec excès du même acide hydrochlorique qui m'avait servi à essayer l'étain, et qui devait être employé dans tout le cours du travail. Au bout de quelques minutes, il commença à se dégager de petites bulles qui annonçaient la dissolution; la liqueur se colora assez fortement en jaune; le cuivre conserva son brillant métallique. Après vingt-quatre heures de digestion à froid, c'est-à-dire, à une température d'à-peu-près 15 à 16 degrés du thermomètre centigrade, je recueillis sur un filtre, lavai, un grand nombre de fois, à l'eau distillée, séchai à l'étuve, et après avoir pesé le filtre à plusieurs reprises, et jusqu'à ce qu'il n'é-

prouvât plus de perte, je trouvai qu'il contenait 94,75 de parties de cuivre non dissous; il y en avait donc eu 5,25 de dissoutes.

Le cuivre n'avait plus son brillant métallique; il était brun et légèrement oxidé.

Cette opération fut recommencée; mais en faisant bouillir deux heures, il se trouva 88 parties de cuivre non attaqué; l'acide hydrochlorique en avait donc dissous 12 parties dans cette nouvelle expérience, qui prouvait que le cuivre était plus soluble à chaud qu'à froid dans cet acide.

Cette première donnée obtenue, je fis sous le charbon en poudre les quatre alliages suivans, que je refondis deux fois, afin d'être bien assuré de leur homogénéité.

| 1er Alliage. | 2e Alliage. | 3e Alliage. | 4e Alliage. |
|---|---|---|---|
| Cuivre, 75; | Cuivre, 50; | Cuivre, 25; | Cuivre, 10; |
| Etain, 25. | Etain, 50. | Etain, 75. | Etain, 100. |

Le premier alliage, dans lequel le cuivre était à l'étain comme 3 est à 1, se brisa en plusieurs morceaux, du premier coup de marteau, et se mit facilement en poudre. Sa couleur était rosée et assez semblable à la couleur de quelques échantillons de bismuth. Sa pesanteur spécifique, prise avec soin, se trouva être de 8,879, l'eau distillée étant prise pour unité.

Le second alliage, à parties égales, se mit également en poudre sous le marteau : quelques portions cependant se laissèrent aplatir, et il était sensiblement moins dur que le premier. Sa couleur était d'un blanc bleuâtre que je ne puis mieux comparer qu'à celle du zinc. Sa pesanteur spécifique était de 8,468.

Le troisième alliage, dans lequel le cuivre se trouvait à l'étain comme 1:3, et qui présentait à sa surface une cristallisation fortement prononcée, dans laquelle on distinguait des rudimens d'étoiles, soumis à l'action du marteau, s'aplatit d'abord, mais finit par se gercer fortement et se briser tout-à-fait. Sa couleur était d'un blanc bleuâtre, sa cassure extrêmement fibreuse, et sa pesanteur spécifique de 7,843.

Enfin, le quatrième et dernier alliage, dans lequel il existait 10 parties d'étain contre une de cuivre, s'aplatit sous le marteau en se gerçant fortement, mais sans se briser, et supporta l'action du laminoir. Sa pesanteur spécifique était de 7,472.

1re *Expérience.*

100 parties du premier alliage contenant 75 parties de cuivre et 25 parties d'étain, après avoir été divisées le plus possible sur un tas bien poli, furent introduites dans un matras avec excès d'acide hydrochlorique. Il se dégagea, à froid, quelques petites bulles qui annonçaient un commencemment de dissolution. Je mis sur un léger feu, de manière à établir l'ébullition. La liqueur se colora très-légèrement en jaune dans le commencement de l'opération, et redevint presque complètement blanche après avoir bouilli deux heures, au bout desquelles, ayant laissé refroidir, je filtrai, lavai et pesai; il se trouva 80 parties de métal non attaqué, au lieu de 75, si l'étain avait été complètement dissous.

2me *Expérience.*

100 parties du second alliage contenant parties égales de cuivre et d'étain, après avoir été également bien di-

visées, furent traitées par excès d'acide hydrochlorique. L'action fut vive, même à froid. Je fis bouillir. La liqueur ne se colora point en jaune, ainsi que je l'avais remarqué dans la première expérience. Après deux heures d'ébullition, je filtrai : il se trouva 74 parties de métal non attaqué, au lieu de 50.

### 3me *Expérience.*

100 parties du troisième alliage contenant 25 parties de cuivre et 75 parties d'étain, après avoir été aplaties sous le marteau, le plus mince possible, ont été traitées par excès d'acide hydrochlorique : après une heure et demie d'ébullition, le tout étant en poudre, je filtrai, et trouvai 23 parties de métal non attaqué, au lieu de 25.

### 4me *Expérience.*

110 parties du quatrième alliage contenant 10 parties de cuivre et 100 parties d'étain, après avoir été laminées mince et coupées en petits fragmens, ont été traitées par excès d'acide hydrochlorique. Après une heure et demie d'ébullition, ne paraissant plus y avoir de dissolution, et tout étant parfaitement réduit en poudre, je filtrai; il se trouva 11 parties $\frac{1}{2}$ de métal non attaqué, au lieu de 10 seulement qui devaient s'y trouver si le *départ* eût été complet.

Les premières liqueurs passées par les filtres dans les quatre expériences ci-dessus, ayant été essayées par l'ammoniaque, indiquèrent toutes du cuivre; mais des quantités sensiblement décroissantes à mesure que l'alliage contenait plus d'étain. La matière non attaquée par l'acide hydrochlorique dans la quatrième expérience

fut traitée à chaud par l'acide nitrique, et laissa au fond du vase une poudre blanche d'oxide d'étain.

Il résulte donc de ces diverses expériences que, même à 10 parties d'étain contre une de cuivre, il y a encore *surcharge*, et que cette proportion d'étain ne s'oppose point à la dissolution d'une petite quantité de cuivre. Je recommençai alors une nouvelle opération dans laquelle je doublai de suite la quantité d'étain.

### 5me *Expérience.*

J'alliai sous le charbon en poudre 100 parties d'étain et 5 de cuivre; ce qui faisait 20 parties contre une; le tout, fondu deux fois, donna un petit culot qui gerça fortement sous le marteau, et que néanmoins je parvins à laminer très-mince, sans perte. Je le traitai par l'acide hydrochlorique, et lorsque la dissolution me parut complète, ce qui eut lieu au bout de trois quarts d'heure environ, j'obtins 5,25 de matière insoluble. Les liqueurs n'indiquèrent point de cuivre par l'ammoniaque; mais le prussiate de potasse, beaucoup plus sensible, colora légèrement la surface du prussiate d'étain, qui se forma en brun marron. Cette expérience fut recommencée plusieurs fois, en augmentant le temps de l'ébullition, et donna successivement de matière non attaquée 6,25; 5,75; 5,25; 6. Cette proportion de 20 parties d'étain contre une de cuivre n'était donc point encore assez considérable, puisqu'il y avait constamment *surcharge*.

### 6me *Expérience.*

Je fis alors trois alliages contenant 125 parties d'étain et 5 parties de cuivre; ce qui faisait 25 parties contre 1.

Après avoir laminé mince, je traitai par l'acide hydrochlorique l'espace de deux heures et demie, à la chaleur de l'ébullition; les liqueurs, essayées par le prussiate de potasse, indiquèrent une trace de cuivre. Il se trouva de matière non attaquée 7,50 dans les deux premiers filtres, et 8,50 dans le second.

D'après cette expérience, on voit que lorsque l'étain est allié dans une trop grande proportion au cuivre, ce dernier métal en retient toujours une quantité plus grande qu'il défend de l'action de l'acide hydrochlorique, et que la proportion la plus propre au *départ* serait celle de 20 parties d'étain contre une de cuivre, du moins en opérant avec de l'acide hydrochlorique d'une pesanteur spécifique de 1190. Il restait à savoir si, en conservant cette proportion de 20 parties d'étain contre une de cuivre, et en opérant avec de l'acide hydrochlorique d'une pesanteur spécifique plus considérable, on n'arriverait point à un *départ* complet; c'est ce que j'ai tenté dans une septième expérience, dans laquelle j'ai traité deux semblables alliages laminés minces par une certaine quantité d'acide hydrochlorique d'une pesanteur spécifique de 1200. Après deux heures d'ébullition, et quoique la dissolution parût complète au bout de trois quarts d'heure, je filtrai et trouvai 1,25 sur le premier filtre, et 3,50 sur le second; différence qui tenait évidemment au plus ou moins de minceur de l'alliage, ainsi qu'à la chaleur appliquée à la dissolution, laquelle avait pu être plus forte dans un cas que dans l'autre. Dans cette expérience, il y avait donc eu une certaine quantité de cuivre de dissous. La poudre grise restée sur les deux filtres, examinée à la loupe, laissa apercevoir, dans l'un des

deux filtres seulement, des paillettes de cuivre avec leur brillant métallique. Ces deux poudres, traitées séparément par l'acide nitrique, indiquèrent des quantités notables d'étain. Cette dernière expérience prouvait l'impossibilité de séparer ces deux métaux au moyen de cet acide, puisqu'il restait toujours de l'étain uni au cuivre jusqu'au dernier moment. Je n'abandonnai pourtant point ce travail sans recommencer cette dernière expérience, en opérant la dissolution à froid, laquelle eut lieu en moins d'une demi-heure, et en chauffant ensuite légèrement et seulement l'espace de dix minutes. Cette nouvelle opération ayant été faite double, j'obtins de matière non attaquée sur les deux filtres 7,50 : il y avait donc ici une forte surcharge; ce qui devait ôter l'espoir d'arriver, par ce moyen, à des résultats mathématiques.

Si l'expérience avait prouvé l'impossibilité de déterminer les justes proportions dans lesquelles se trouve allié le cuivre à l'étain, soit qu'on eût varié les proportions de ces deux métaux, soit qu'on eût apporté des changemens dans le temps de l'ébullition ou dans le degré de l'acide employé; elle a du moins démontré la possibilité de reconnaître la présence du cuivre dans l'étain au moyen de cet acide, puisque la dissolution de l'alliage n'a jamais été complète; ce qu'on ne peut attribuer qu'à la présence de l'étain, puisque 100 parties de cuivre pur, traitées à chaud par de l'acide hydrochlorique d'une pesanteur spécifique de 1190, en avaient abandonné 12 parties à cet acide, tandis qu'un alliage qui ne contenait que 5 parties de cuivre sur 100 d'étain n'avait pu être dissous complètement, quoique traité également à chaud par le même acide et d'une pesanteur

spécifique plus considérable. Enfin, on devait d'autant mieux reconnaître la présence de petites quantités de cuivre dans l'étain au moyen de l'acide hydrochlorique, qu'ainsi que l'a prouvé l'expérience, le cuivre retient toujours, dans cette opération, une certaine quantité d'étain qu'il défend de l'action de l'acide; ce qui devait par conséquent rendre le phénomène beaucoup plus sensible. C'est en effet ce que l'expérience a prouvé, puisque j'en ai retrouvé des millièmes que j'avais alliés à de l'étain pur et complètement soluble dans l'acide hydrochlorique, lequel, alors traité par cet acide, laissait déposer, après quelques heures de repos, une poudre noire, extrêmement légère, qui décelait la présence du cuivre, et dont le volume assez considérable ne permettait pas de douter qu'elle ne fût un composé de cuivre et d'étain.

Il résulte de ces dernières expériences, ainsi que de celles que j'ai précédemment faites sur les alliages d'étain et d'antimoine et d'étain et de bismuth, que l'acide hydrochlorique est le meilleur réactif qu'on puisse employer pour découvrir les plus petites traces d'antimoine, de bismuth et de cuivre alliés à l'étain, métaux auxquels on doit encore ajouter l'arsenic, insoluble dans l'acide hydrochlorique, ainsi que l'ont découvert les premiers, Bayen et Charlard, dans leur beau travail, intitulé : *Recherches chimiques sur l'étain.*

---

## Note *sur une nouvelle espèce d'Alcali minéral.*

### Par M. Vauquelin.

Il y a un mois, M. Gillet-Laumont, notre confrère, me remit 10 grammes d'une pierre trouvée à Uto en Suède, et nommée *pétalite*, pour que je la soumisse à l'analyse.

J'en traitai d'abord 5 grammes par la potasse, et j'obtins par ce moyen 78 parties de silice et 13 d'alumine, plus une trace de chaux et d'oxide de fer; mais j'éprouvai un déficit de 7 centièmes.

Comme je n'avais rien perdu, je soupçonnai que le minéral pouvait contenir quelque acide, tels que l'acide fluorique ou phosphorique, qui se rencontrent assez souvent dans les pierres; en conséquence j'en traitai 2 grammes des 5 qui me restaient par la méthode de M. Berzelius; mais je n'aperçus aucun vestige d'acide.

Il ne me restait plus qu'à y rechercher la présence des alcalis; j'examinai alors la pétalite par le moyen du nitrate de baryte, et j'obtins en effet, par la suite des manipulations que ce mode exige, une matière alcaline, mais dont la quantité, qui ne s'élevait pas à 2 grains, ne me permit pas d'en reconnaître la nature; cependant comme elle me parut avoir plus de rapport avec la potasse qu'avec tout autre alcali, j'écrivis à M Gillet-Laumont que je croyais que la pétalite contenait de la potasse.

Quelques jours après, M. Gillet-Laumont reçut de M. Sudenstierna, son correspondant en Suède, la nouvelle que M. Arfredson avait trouvé dans la pétalite un

alcali nouveau auquel M. Berzelius avait donné le nom de *lithion*, parce qu'il a été trouvé dans le règne minéral. Sans donner le procédé que M. Arfredson a mis en pratique pour extraire cet alcali, M. Sudenstierna rapporte quelques-unes des propriétés qui le caractérisent. Cet alcali, suivant lui, se distingue de la soude et de la potasse, 1° en ce que le sel formé par sa combinaison avec l'acide carbonique est très-difficile à dissoudre dans l'eau ;

2°. Par sa disposition à attaquer le platine, étant rougi dans un creuset de ce métal ;

3°. Par la grande fusibilité des sels qu'il forme avec les acides sulfurique et muriatique : le premier coule comme une huile, avant d'être chauffé à un premier degré d'incandescence, et le second attire l'eau de l'atmosphère avec avidité ;

4°. Par sa grande capacité pour saturer les acides, surpassant en cela de beaucoup celle de la potasse et de la soude, même celle de la magnésie, avec laquelle le *lithion* a beaucoup de rapprochement par sa quantité d'oxigène ;

5°. Parce qu'avec l'acide tartareux il forme un sel efflorescent ; tandis qu'avec l'acide acétique le sel qui en résulte se prend en gelée ou une masse d'apparence gommeuse.

D'après cette nouvelle, M. Gillet me remit 10 nouveaux grammes de pétalite, en m'invitant à en extraire l'alcali et en constater les qualités annoncées par M. Arfredson ; ce que je fis avec empressement.

En confirmant les observations de M. Arfredson sur les caractères de l'alcali nouveau, j'y ai ajouté les sui-

vans : 1° il a une saveur caustique comme les autres alcalis fixes, et agit d'une manière très-forte sur les couleurs bleues végétales.

2°. Il forme avec l'acide sulfurique un sel qui cristallise en petits prismes d'un blanc éclatant qui m'ont paru carrés, qui a une saveur salée, et non amère comme les sulfates de soude et de potasse, qui est plus soluble dans l'eau et plus fusible au feu que le sulfate de potasse.

3°. Il forme avec l'acide nitrique un sel déliquescent d'une saveur très-piquante; ce qui n'appartient pas au nitrate de potasse ni au nitrate de soude.

4°. Avec l'acide carbonique, il donne un sel peu soluble qui s'effleurit à l'air. On peut le précipiter d'une solution sulfurique concentrée au moyen d'une solution de carbonate de potasse aussi rapprochée. Cependant ce sous-carbonate est infiniment plus soluble que les carbonates terreux. Il paraît qu'il attire très-promptement l'acide carbonique de l'air; car il suffit du temps nécessaire pour l'évaporation de sa dissolution pour qu'il soit entièrement carbonaté.

5°. Il est soluble dans environ cent fois son poids d'eau froide, et quoique faible, sa dissolution fait effervescence avec les acides, agit fortement sur les couleurs bleues végétales.

6°. La dissolution de ce sel précipite le muriate de chaux, les sulfates de magnésie et d'alumine en flocons blancs; les sels de cuivre, de fer et d'argent, sous des couleurs absolument semblables à celles qu'y produisent les carbonates de soude et de potasse.

7°. Il dégage l'ammoniaque de ses combinaisons salines.

8°. La chaux, la baryte lui enlèvent l'acide carbonique.

9°. Il ne précipite point le muriate de platine comme le sous-carbonate de potasse.

10. Le lithion, en s'unissant au soufre, donne un sulfure de couleur jaune, très-soluble dans l'eau, et qui est décomposé par les acides avec les mêmes phénomènes que les sulfures alcalins ordinaires. Il paraît, par l'abondance des précipités qu'y font naître les acides, que le *lithion* sature beaucoup de soufre. Pour connaître la capacité de saturation de cet alcali, et le rapport de son oxigène avec celui des acides qu'il neutralise, j'ai fait les expériences suivantes :

1°. 490 milligrammes de sulfate de lithion cristallisé, fondus dans un creuset d'or, se sont réduits à 430; ce qui donne 12 $\frac{1}{2}$ d'eau pour 100.

2°. Les 430 milligrammes restans, décomposés par la baryte, ont fourni 875 milligr. de sulfate de baryte, qui contiennent 297,5 d'acide sulfurique; ce qui donne pour la composition de 100 parties de ce sel desséché :

| | |
|---|---|
| Acide sulfurique, | 69,20; |
| Oxide de lithion, | 31,80. |
| | 100,00. |

3°. Comme on sait que le rapport entre l'oxigène de l'acide sulfurique et celui des bases qu'il sature est comme 3 à 1, et que, dans les 69,20 d'acide sulfurique que nous avons trouvés dans 100 de sulfate de *lithion*, il y a 41,52 d'oxigène, il est évident, si la loi ne soufre pas ici d'exception, que les 31,80 d'oxide de lithion existans dans 100 parties de sulfate contiennent 13,84

d'oxigène : d'où il suit que 100 parties de cet oxide seraient formées de :

| | |
|---|---|
| Lithion, | 56,50 ; |
| Oxigène, | 43,50. |
| | 100,00 (1). |

Quantité qui est plus grande que celles qui se trouvent dans tous les autres alcalis connus jusqu'à présent.

Tel est le petit nombre de remarques qu'il m'a été permis de faire jusqu'à présent sur cette substance, à cause de la très-petite quantité que j'ai pu m'en procurer ; mais j'espère que, par les soins de M. Gillet-Laumont, je pourrai en préparer suffisamment pour en faire une histoire plus complète : en attendant, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie la portion qui m'en reste à l'état de carbonate.

---

## Extrait *d'un Mémoire sur le Mouvement des fluides élastiques dans des tuyaux cylindriques.*

Lu à l'Institut le 30 mars 1818.

Par M. Poisson.

La question que je me propose de traiter comprend, parmi ses applications, la propagation du son suivant une dimension de l'air, la formation des échos et la théorie

(1) On déduit de ces expériences que le nombre proportionnel du lithion est 12,97 ; celui de son oxide 22,97 ; celui du sulfate sec 72,97, et celui du sulfate cristallisé 82,97. R.

des instrumens à vent, tels que les flûtes et les tuyaux d'orgue. Elle a été, pour les physiciens et les géomètres, le sujet d'un grand nombre de recherches importantes qui devraient l'avoir épuisée; néanmoins on verra, dans ce Mémoire, qu'on peut ajouter quelques résultats à ceux qui étaient déjà connus, et que même, relativement à l'analyse, cette question, déjà ancienne, peut encore être considérée sous un nouveau point de vue. En effet, la détermination du mouvement de l'air contenu dans un tube cylindrique dépend, comme on sait, d'une équation fort simple aux différences partielles du second ordre, dont l'intégrale renferme deux fonctions arbitraires. Lagrange, et tous ceux qui se sont occupés depuis lui de cette question, ont pris, pour représenter ces deux fonctions, la loi des condensations et celle des vitesses des molécules d'air à l'origine du mouvement, c'est-à-dire, qu'ils ont regardé comme donné, l'état de la colonne d'air à une époque déterminée, et qu'ils se sont proposés d'en déduire l'état de cette même colonne à une autre époque quelconque. Mais quand on commence à souffler à l'extrémité d'un tube pour mettre en mouvement l'air qu'il renferme, les molécules fluides n'ont d'abord ni vitesse ni condensation; on imprime directement de certaines vitesses à la tranche fluide située à cette extrémité; et, par suite, toutes les molécules contenues dans le tube reçoivent des vitesses et des condensations qui doivent être déterminées. Si donc on veut rapprocher la théorie de l'expérience, il s'agira d'exprimer l'état de la colonne d'air à un instant quelconque, d'après la loi des vitesses de la première tranche: c'est ainsi que j'ai envisagé la question dans ce Mémoire; et pour s'en faire une idée

exacte, il faut supposer le tube que l'on considère, terminé à l'une de ses extrémités par une plaque mobile dans son intérieur : le mouvement de cette plaque est censé connu ; sa vitesse est exprimée en fonction du temps, et cette fonction arbitraire est la seule qui entre dans les formules que l'on obtient pour représenter, à un instant quelconque, les vitesses et les condensations de l'air dans toute la longueur du tube.

Pour que la colonne fluide fasse entendre un son régulier et appréciable, il est nécessaire que les vibrations de la plaque satisfassent à certaines conditions ; en les supposant remplies, on retrouve les règles connues qui servent à déterminer le ton fondamental et les autres tons rendus par un même tube cylindrique, d'après sa longueur et la nature du fluide qu'il renferme. Si l'on fait d'autres hypothèses sur les lois de ces vibrations, il arrive, dans quelques cas, que les ondes aériennes produites à la première extrémité du tube vont s'accumuler successivement à son autre bout ; en sorte qu'en regardant la plaque mobile comme un corps sonore, il en résulte que l'intensité du son qu'elle produit se trouve augmentée par le tube qui le transmet, ainsi qu'on le remarque dans les instrumens connus sous le nom de *porte-voix*. D'autres fois, au contraire, ces ondes se croisent et se détruisent en partie dans toute la longueur du tube ; et quoique la plaque ou le corps sonore vibre régulièrement et sans interruption à l'une de ses extrémités, il se produit, à l'autre bout, des alternatives de bruit et de silence tout-à-fait analogues au phénomène d'optique que M. Th. Young a découvert dans ces derniers temps, et qu'il a nommé les *interférences de la lu-*

*mière*. Ces diverses circonstances peuvent être produites à volonté : elles dépendent du rapport que l'on établit entre la durée des oscillations de la plaque et le temps que le son emploie à parcourir toute la longueur du tube.

De quelque manière que l'air ait été mis en mouvement dans le tube, si on l'abandonne à lui-même, il devra faire une suite d'oscillations isochrones qui, d'après la théorie ordinaire, ne pourront être détruites que par le frottement du fluide contre les parois du tube. L'expérience prouve que le fluide emploie, pour revenir au repos, un intervalle de temps extrêmement court et presque inappréciable ; et si l'on essaie de calculer, dans les suppositions les plus vraisemblables, l'effet du frottement, on s'assure bientôt qu'il ne saurait produire un anéantissement aussi rapide des vibrations de l'air. Cette remarque m'a conduit à examiner avec plus d'attention une des données admises jusqu'à présent par tous ceux qui se sont occupés de la théorie physique des instrumens à vent. On a toujours supposé qu'à chaque extrémité ouverte du tube sonore, la condensation de l'air reste nulle pendant toute la durée du mouvement ; cependant les vibrations du fluide intérieur impriment des vitesses à l'air extérieur qui transmet le son hors du tube : or, il est difficile de concevoir comment la portion d'air située à l'extrémité du tube peut recevoir des vitesses quelconques, sans éprouver en même temps des condensations ou des dilatations proportionnelles à ces vitesses. Ce serait, à la vérité, un problême très-difficile à résoudre, que de déterminer le rapport qui existe entre ces variations de densité, et les vitesses de l'air intérieur à l'extré-

mité du tube; mais en regardant sa valeur comme inconnue, et supposant seulement qu'elle est invariable pour un tube donné, on trouve que la durée des oscillations du fluide, et par conséquent les différens tons qu'il fait entendre, ne dépendent aucunement de ce rapport; et sont les mêmes que dans la théorie ordinaire où on le suppose égal à zéro. Cette théorie est donc réellement indépendante de l'hypothèse invraisemblable sur laquelle on a coutume de l'appuyer; mais en admettant, comme nous venons de l'expliquer, qu'il y ait à-la-fois condensation et vitesse à l'extrémité ouverte d'un tube sonore, il en résulte qu'aussitôt qu'on aura cessé de souffler à son autre bout, les vibrations de l'air s'anéantiront dans un intervalle de temps qui pourra être, conformément à l'observation, incomparablement plus court que par l'effet du frottement.

Dans le second paragraphe de ce Mémoire, j'ai considéré le mouvement d'un fluide élastique contenu dans un tuyau composé de deux cylindres qui ont leurs axes dans le prolongement l'un de l'autre et des diamètres différens. D. Bernouilli avait déjà déterminé les tons rendus par de semblables tuyaux (1), mais en partant d'une hypothèse particulière sur le mode de vibration des molécules d'air, qui laissait à desirer une solution plus directe et plus générale de ce problême. L'analyse dont j'ai fait usage pour le résoudre n'est sujette à aucune restriction; elle conduit, au reste, aux mêmes formules que D. Bernouilli avait trouvées, et dont il a vérifié les résultats par l'expérience. La même analyse s'appliquerait également

(1) *Mémoire de l'Académie de Paris*, année 1762.

au cas où le tube serait composé de trois ou d'un plus grand nombre de parties cylindriques.

J'ai repris ensuite le cas d'un tuyau composé d'un seul cylindre, mais rempli de deux fluides de différente nature, séparés l'un de l'autre par un plan perpendiculaire à l'axe du tube. L'onde sonore produite en un point quelconque de l'un des fluides se partage d'abord en deux autres ondes, qui se propagent de part et d'autre de ce point ; chacune de ces ondes secondaires ne se divise plus comme l'onde primitive ; et d'après la remarque d'Euler, cette circonstance tient à ce que, dans les ondes secondaires, la condensation est par-tout proportionnelle à la vitesse des molécules fluides. Mais cette propriété cesse d'avoir lieu quand le fluide vient à changer brusquement de densité : l'onde sonore, parvenue dans le tube à la jonction des deux fluides, se divise en deux ondes, dont l'une revient sur elle-même, en formant un *écho* dans le premier fluide, et l'autre est transmise dans le second. J'ai déterminé les vitesses et les condensations des molécules dans ces deux nouvelles ondes. Les vitesses sont telles que leur somme, quelle que soit la nature des deux fluides, est toujours égale à la vitesse des molécules qui avait lieu dans l'onde directe, et j'ai aussi vérifié que la somme des forces vives de toutes les molécules fluides est la même avant et après la formation des deux ondes ; ce qui devait être en effet, suivant les principes généraux de la mécanique.

Parmi les physiciens qui font consister la lumière dans les vibrations d'un fluide élastique permanent, répandu dans tout l'espace, plusieurs supposent que ce fluide pénètre dans l'intérieur des corps diaphanes, où le rapport

de son élasticité à sa densité est changé par l'action de ces corps; d'après ce qui précède, l'onde lumineuse parvenue à la surface d'un corps diaphane, et tombant perpendiculairement sur cette surface, devra donc s'y diviser en deux ondes partielles, l'une réfléchie sur elle-même, et l'autre transmise dans l'intérieur du corps par l'intermédiaire du fluide qu'il renferme; et soit que l'on estime l'intensité de la lumière par la vitesse des molécules vibrantes, soit qu'on la mesure, ce qui paraîtrait plus naturel, par la somme de leurs forces vives, on voit que la somme des quantités de lumière transmise et réfléchie reproduira, comme cela doit être, la totalité de la lumière incidente. Les propositions démontrées dans mon Mémoire sont donc favorables à l'opinion de ces physiciens; mais elles ne conviennent qu'à l'incidence perpendiculaire : il faudrait en outre déterminer par les lois du mouvement des fluides élastiques, suivant quelles directions les ondes sont transmises et réfléchies au passage d'un fluide à un autre, sous les incidences obliques; et ce qui paraît au moins très-difficile, on aurait aussi à expliquer comment les ondes qui répondent à des couleurs diverses sont réfractées suivant des directions différentes, quoiqu'elles se propagent toutes avec la même vitesse, et qu'elles ne puissent différer entre elles que par le mode de vibration des molécules lumineuses. Il semble que c'est par là qu'on devrait commencer pour fonder cette théorie de la lumière, et la mettre de pair avec la théorie newtonienne de l'émission.

Quels que soient les rapports qu'on suppose entre les longueurs et entre les densités des deux fluides contenus dans un même cylindre, ce tuyau peut toujours faire en-

tendre des tons réguliers, très-différens de ceux qui auraient lieu si les deux fluides étaient mêlés, et que la densité du mélange fût la même dans toute la longueur du tube. On trouvera, dans ce Mémoire, des formules pour déterminer, dans tous les cas, la longueur d'un autre tuyau qui serait à l'unisson de celui-ci, et qui renfermerait un seul des deux fluides. Ces formules présentent un cas particulier assez remarquable : si le tuyau est ouvert par les deux bouts, et si les longueurs des deux fluides sont entre elles comme les vitesses du son qui leur correspondent, il rendra les mêmes tons qu'un tube rempli de l'un des deux fluides, d'une longueur double de celle que ce fluide occupait dans le tuyau donné.

Dans son *Traité de physique*, M. Biot a donné de grands développemens à l'acoustique en général, et particulièrement à la théorie des instrumens à vent, à laquelle il a ajouté un grand nombre de nouvelles observations. Il s'est aussi proposé récemment de déterminer par l'expérience les tons rendus par les tuyaux renfermant deux fluides superposés, savoir : dans un cas, l'air et l'acide carbonique, et dans un autre cas, l'air et le gaz hydrogène. Nous avons comparé ses observations au calcul, et l'on trouvera, ci-après (page 301), un tableau qui comprend les résultats de cette comparaison faite sur vingt-deux expériences. Les différences sont en général assez peu considérables. On remarquera néanmoins que, dans le cas de l'hydrogène et de l'air, les tons observés sont tous un peu plus bas que ceux qui résultent de la théorie; mais cet abaissement avait déjà été remarqué dans les cas de l'hydrogène seul où il est beaucoup plus considérable. Suivant M. Chladni, la différence entre l'observation et le calcul,

relativement à ce gaz, va presque du simple au double ; en sorte que si cet écart était dû à la vitesse du son dans l'hydrogène, il faudrait qu'elle ne fût que la moitié de celle qui répond à la densité de ce gaz ; résultat directement contraire au développement de chaleur qui accompagne la production du son, et qui doit toujours en augmenter la vitesse. M. Biot attribue cette anomalie de l'hydrogène à l'influence de l'embouchure par laquelle on souffle dans le tuyau sonore (1). L'effet de cette influence, remarqué par D. Bernouilli, est d'abaisser le ton que devrait rendre un tuyau d'après sa longueur ; M. Biot suppose qu'il dépend de la nature du gaz contenu dans le tuyau, et qu'il est beaucoup plus grand dans l'hydrogène que dans l'air atmosphérique : il se propose de continuer les expériences qu'il a déjà faites pour vérifier cette conjecture.

Ainsi que je l'ai expliqué plus haut, j'ai toujours regardé comme donnée arbitrairement pendant toute la durée du mouvement, la vitesse de la tranche fluide que l'on ébranle d'une manière directe. La manière dont on souffle dans un tuyau pour mettre l'air qu'il renferme en état de vibrations sonores, est en effet beaucoup trop compliqué pour qu'on puisse entreprendre de déterminer par le calcul la vitesse de la première tranche fluide, située vers l'embouchure du tuyau ; et tout ce que l'on peut faire, c'est de déterminer le mouvement de toute la colonne fluide, en supposant cette vitesse donnée en fonction du temps. Cependant j'ai été curieux de chercher quelqu'autre problême relatif au mouvement des fluides

---

(1) *Bulletin de la Société philomatique*, décembre 1816.

élastiques, dans lequel il ne restât rien d'arbitraire, et où l'on pût tout déterminer par le calcul. Voici une question de cette espèce qui conduit à une équation aux différences mêlées, et dont on trouvera la solution complète dans mon Mémoire. Il s'agit de déterminer le mouvement d'un fluide élastique et d'un corps pesant, contenus l'un et l'autre dans un même tuyau cylindrique, vertical ou incliné. Le corps pesant est lui-même une portion de cylindre, ou une sorte de piston qui ferme exactement le tuyau, le long duquel il peut glisser sans frottement. Lorsqu'il descend, il comprime la tranche du fluide inférieur, et dilate celle du fluide supérieur avec lesquelles il est en contact; ce qui produit des ondulations qui se propagent dans ces deux parties du fluide, et qui réagissent sur le corps pesant; d'où il résulte pour le système entier un mouvement assez compliqué et très-différent de celui qui aurait lieu si l'on supposait que le fluide inférieur et le fluide supérieur fussent condensés ou dilatés uniformément dans toute leur longueur. La même observation s'applique au mouvement d'un corps solide, poussé par un ressort; car c'est aussi par des ondulations successives que le ressort se dilate ou se contracte, et qu'il agit sur le corps attaché à l'une de ses extrémités. J'ai considéré de cette manière le mouvement d'un corps pesant suspendu à l'une des extrémités d'un fil extensible et élastique, attaché par son autre bout à un point fixe : dans les premiers instans du mouvement, la dilatation du fil n'est pas la même dans toute sa longueur; mais elle le devient bientôt quand le poids du corps est très-considérable par rapport à celui du fil; et, dans ce cas particulier, le fil et le corps font,

après un temps très-court, des oscillations régulières et isochrones dont la durée dépend de l'extension totale du fil pour une force de tension donnée. Cette circonstance a lieu dans l'appareil de Borda, dont les astronomes français font usage pour déterminer la longueur du pendule à secondes ; il en résulte que l'on peut, sans erreur sensible, calculer la correction due à l'extension du fil de suspension, en supposant qu'il éprouve la même dilatation dans toute son étendue : la correction que l'on trouve alors se confond avec celle qui est due à l'amplitude des oscillations, et elle en est une trop petite partie pour qu'il puisse être utile d'y avoir égard.

Les *Mémoires de Pétersbourg* (1) renferment deux solutions d'un même problême, l'une de D. Bernouilli et l'autre d'Euler, qui sont loin de s'accorder entre elles. Cette question consiste à déterminer le mouvement d'une corde vibrante, composée de deux parties de matières différentes ; ce qui ne l'empêche pas de pouvoir produire des sons réguliers et appréciables. D. Bernouilli admet comme une condition nécessaire que les deux parties de la corde doivent avoir la même tangente à leur point de jonction. Euler, au contraire, rejette cette condition, qu'il regarde comme entièrement superflue ; et de là vient la différence des résultats auxquels ils parviennent. Dans le cas ordinaire de la corde homogène, la question de la discontinuité de sa courbure n'intéresse que la généralité de l'analyse, et n'influe nullement sur les résultats que l'on obtient ; mais ici, il n'en est plus de même ; car la durée des oscillations que l'on détermine est très-

---

(1) Années 1771 et 1772.

différente, selon qu'on admet ou qu'on rejette cette discontinuité. Il était donc important d'examiner avec soin les solutions de ces deux grands géomètres; et j'ai été conduit à le faire par l'analogie de cette question avec plusieurs de celles que j'ai traitées dans ce Mémoire : la discussion dans laquelle je suis entré prouvera, ce me semble, que la solution exacte est celle de D. Bernouilli; et en effet il est probable que ce géomètre, habitué à s'aider de l'observation et du calcul dans toutes les recherches qui en sont susceptibles, n'a pas donné le résultat qu'il a obtenu sans l'avoir auparavant vérifié par l'expérience.

---

*Expériences de M. Biot sur les sons des tuyaux cylindriques qui contiennent deux gaz superposés, comparées à la théorie du Mémoire précédent.*

Le tuyau est bouché à l'une de ses extrémités; sa longueur totale est représentée par $l+l'$; celle de la partie occupée par le gaz qui répond à l'extrémité ouverte est $l$; celle de l'autre partie occupée par le gaz qui aboutit à l'extrémité bouchée est $l'$ : on désigne par $c$ le rapport de la vitesse du son dans le second gaz à sa vitesse dans le premier; et par $k$ la longueur d'un tuyau bouché par un bout, et rempli du premier gaz, qui serait à l'unisson du tuyau donné. D'après la théorie, on a :

$$k = \frac{90\,l}{x};$$

la quantité $x$ étant déterminée par cette équation :

$$\text{tang.}\ \frac{x\,l'}{c\,l} \cdot \text{tang.}\ x = \frac{1}{c},$$

et exprimée en degrés sexagésimaux. Lorsque les quantités $l$, $l'$ et $c$ seront données, on déduira de cette équation une infinité de valeurs différentes de $x$, et les valeurs correspondantes de $k$ répondront à la suite des tons que peut rendre le tuyau donné. Réciproquement, si ces tons sont déterminés par l'expérience, on en conclura, par les règles connues, les longueurs $k$ des tuyaux remplis d'un seul gaz, qui rendraient les mêmes tons. On a pensé que la comparaison la plus simple du calcul à l'observation serait celle des valeurs de $k$ obtenues de ces deux manières. M. Biot a placé en outre à côté de ces différentes longueurs les notes de la gamme qui leur correspondent.

Dans les expériences suivantes, le gaz qui répond à l'extrémité ouverte du tube est toujours l'air atmosphérique. Celui qui occupe le fond du tube est l'hydrogène dans les unes, et l'acide carbonique dans les autres. Comme le dégagement de chaleur qui accompagne la production du son dans ces deux gaz n'est pas connu, on a pris simplement pour $c$, suivant la théorie ordinaire, la racine carrée du rapport de la densité du gaz à celle de l'air; ainsi, pour les expériences où l'on a employé l'hydrogène, on a pris :

$$\frac{1}{c} = \sqrt{0{,}07321} = 0{,}27058\,;$$

et pour celles qu'on a faites avec l'acide carbonique :

$$\frac{1}{c} = \sqrt{1{,}51961} = 1{,}2327.$$

La longueur du tube dont on a fait usage n'a pas permis d'observer le ton le plus grave qu'il peut rendre;

en sorte que la plus grande valeur de $k$, déterminée par l'expérience, manque dans chaque série. Il y a aussi, dans l'avant-dernière série, deux autres tons qui n'ont point été observés.

1re Série. *Hydrogène et air ordinaire.*

$l = 0^m,733$. $l' = 0^m,494$.

| VALEURS DE $x$. | VALEURS DE $k$, D'APRÈS | |
|---|---|---|
| | LA THÉORIE. | L'EXPÉRIENCE (1). |
| 56°,20′; | $1^m,172$; | . . . . . . . . . |
| 200; | 0,330 $si_2^\flat +$; | $0^m,341$ $si_2^\flat$; |
| 367; | 0,181 $la_3 +$; | 0,192 $la_3^\flat$; |
| 538; | 0,119 $mi_4 +$; | 0,128 $mi_4^\flat$; |
| 707; | 0,094 $sol_4^* +$; | 0,102 $sol_4$; |
| 867. | 0,077 $ut_5$. | 0,082 $si_4$. |

Le plus grand écart a lieu dans les deux avant-dernières expériences, et il est d'un peu plus d'un demi-ton.

(1) Les longueurs rapportées dans la dernière colonne ont été déduites de la manière suivante des sons observés. On a commencé par remplir d'air atmosphérique le tuyau qui devait servir à toutes les expériences, lequel avait $1^m,227$ de longueur, et était bouché à son fond. On a fait parler ce tuyau ainsi rempli d'air, avec la même embouchure qui devait servir dans toutes les expériences, et l'on a désigné par $ut_1$ le son fondamental qu'il rendait. On a ajouté aux sons déduits de la théorie les indices + ou — lorsque les sons se trouvaient un peu plus haut ou un peu plus bas que les subdivisions ordinaires de la gamme en dièses et bémols.

2^me^ Série. *Hydrogène et air.*

$l = 0^m,384$. $l' = 0^m,844$.

| VALEURS DE $x$. | VALEURS DE $k$, D'APRÈS LA THÉORIE. | VALEURS DE $k$, D'APRÈS L'EXPÉRIENCE. |
|---|---|---|
| 35°,15′ ; | $0^m,979$ ; | . . . . . . . . . |
| 176 ; | 0,195 sol $_3$* ; | $0^m,230$ fa $_3$ ; |
| 292 ; | 0,118 mi $_4$* ; | 0,136 re $_4$ ; |
| 376. | 0,093 la $_4$—. | 0,098 sol $_4$*. |

Ici, le plus grand écart a lieu dans les deux premières expériences, et il est d'un ton et demi. L'accord est beaucoup plus approché dans la dernière.

3^me^ Série. *Hydrogène et air.*

$l = 0^m,384$. $l' = 0^m,494$.

| VALEURS DE $x$. | VALEURS DE $k$, D'APRÈS LA THÉORIE. | VALEURS DE $k$, D'APRÈS L'EXPÉRIENCE. |
|---|---|---|
| 44°,30′ ; | $0^m,616$ ; | . . . . . . . . |
| 187 ; | 0,184 la $_3$ ; | $0^m,220$ fa $_3$* ; |
| 350 ; | 0,099 sol $_4$ + ; | 0,123 mi $_4$ ; |
| 485 ; | 0,071 re $_5$♭ ; | 0,082 si $_4$♭ ; |
| 576. | 0,060 fa $_5$♭. | 0,068 re $_5$. |

L'écart de ces expériences est en général d'un ton et demi.

4$^{me}$ Série. *Acide carbonique et air.*

$l = 0^m,733$. $l' = 0^m,494$.

| VALEURS DE $x$. | VALEURS DE $k$, D'APRÈS | |
|---|---|---|
| | LA THÉORIE. | L'EXPÉRIENCE. |
| 52°,20′; | 1$^m$,260; | . . . . . . . . . |
| 144,30; | 0,457 fa$_2$ +; | 0$^m$,460 fa$_2$; |
| 248; | 0,266 re$_3$ +; | 0,273 re$_3$; |
| 342; | 0,193 la$_3^\flat$; | 0,192 la$_3^\flat$; |
| 443; | 0,149 ut* —; | 0,147 ut$_4$*; |
| 541; | 0,122; | . . . . . . . . . |
| 638; | 0,103; | . . . . . . . . . |
| 739. | 0,089 la$_4$* —. | 0,088 la$_4$*. |

5$^{me}$ et dernière Série. *Acide carbonique et air.*

$l = 0^m,844$. $l' = 0^m,384$.

| VALEURS DE $x$. | VALEURS DE $k$, D'APRÈS | |
|---|---|---|
| | LA THÉORIE. | L'EXPÉRIENCE. |
| 25°,40′; | 1$^m$,342; | . . . . . . . . . |
| 72,20; | 0,478 mi$_2$ +; | 0$^m$,491 mi$_2$; |
| 120,20; | 0,286 ut$_3$*; | 0,294 ut$_3$*; |
| 171; | 0,201 sol$_3$ +; | 0,204 sol$_3$; |
| 217; | 0,159 ut$_4$ —; | 0,153 ut$_4$; |
| 267. | 0,129 re$_4$*. | 0,123 mi$_4$. |

Extrait *d'une Lettre de M.* Vicat *aux Rédacteurs sur un Ver trouvé dans le ventre d'une araignée.*

« Un de ces jours du mois d'août, j'aperçus une grosse araignée qui s'était rencognée dans les abat-jours des persiennes de ma fenêtre. Je l'attirai doucement avec un brin de bois sur une petite planche, que je couvris ensuite d'une cloche de verre. Cette araignée paraissait, autant que je puisse en juger, appartenir à l'espèce des géomètres tendeuses, vulgairement nommées *araignées* de jardin : elle avait les pattes et le corselet lisses, demi-transparens, d'un blanc rougeâtre et sans bigarrures; le ventre, de la grosseur d'une petite noisette, extrêmement tendu; sans poils ni duvet, et de couleur olive. Je fis passer sous la cloche plusieurs mouches dont le bourdonnement parut l'inquiéter; elle s'accroupit alors, en serrant ses pattes, sans cependant se mettre en boule: quand une mouche s'approchait trop, elle l'écartait; mais ne manifestait aucune intention hostile. Impatient de son indolence, je lui donnai pour société une abeille, puis une sauterelle; celle-ci parut d'abord la fatiguer beaucoup par ses bonds et sa pétulance; mais elle devint, à la fin, insensible à toutes ces contrariétés : les mouches elles-mêmes lui passèrent impunément sur le ventre sans qu'elle y fît attention. Désespérant alors de voir s'engager un combat sur lequel je comptais, j'allais jeter tous mes acteurs par la fenêtre, quand j'aperçus une pointe blanche très-déliée sortir du flanc de l'araignée, s'allonger, se rouler en spirale, former anneaux sur anneaux, et

en même temps le ventre de l'araignée se détendre peu à peu, et devenir flasque et ridé comme une vessie qui se crève. Je reconnus bientôt un ver d'un blanc sale, d'environ un millimètre de grosseur, sur deux décimètres de longueur, lequel, s'appuyant sur un paquet d'anneaux, dressait et dardait çà et là une pointe effilée qui semblait chercher un appui. J'ai placé ce ver dans de l'eau claire; il y vit très-bien depuis plus de quinze jours; il développe quelquefois toute l'étendue de son corps, ensuite se replie promptement, et complique tellement ses anneaux qu'on a de la peine à comprendre comment il peut ensuite les débrouiller.

» L'araignée est morte pendant cette espèce d'accouchement. Je suis trop ignorant en histoire naturelle pour me livrer à la moindre discussion sur ce phénomène; mais je garantis l'exactitude du fait que je viens de décrire. J'enverrai le ver au naturaliste qui sera curieux de l'examiner. »

Souillac, le 17 septembre 1817.

---

*Nouveaux détails.*

« J'ai observé attentivement ce ver, depuis l'époque de sa naissance jusqu'au moment de mon départ pour Paris, c'est-à-dire, pendant deux mois et demi. Il s'est beaucoup agité pendant le premier mois; il semblait compliquer à dessein ses anneaux, pour les développer ensuite : j'ai commencé à comprendre le but de ce travail en distinguant une pellicule transparente très-mince, en forme de boyau ou de gaîne, dont il s'est totalement dépouillé; en un mot, il a quitté sa première

peau. J'ai aperçu en même temps, à-peu-près dans le milieu de sa longueur, une solution de continuité que je ne peux mieux comparer qu'à l'effet d'une bulle d'air interposée entre deux colonnes de mercure, dans un baromètre : en supposant que le tube représente la peau, et le mercure la matière opaque, qui constitue la substance du ver. Cette discontinuité n'a détruit en aucune manière la dépendance que j'ai toujours remarquée entre les mouvemens des parties extrêmes, c'est-à-dire, par exemple, que si la tête commençait une ondulation, cette ondulation se propageait jusqu'à la queue, et ainsi des autres mouvemens.

» Aux approches du mois de décembre, le ver restait plusieurs jours de suite roulé et immobile ; ce que j'attribue au refroidissement de l'eau, dans laquelle il vit. Mais chose remarquable ; il sortait subitement de cette espèce de léthargie, et s'agitait avec une grande vivacité lorsque je dirigeais un rayon solaire sur le bocal qui lui sert de cage, et à l'instant même où le rayon le touchait. »

---

Le ver trouvé dans le ventre de l'araignée est une espèce de filaire (*filaria*). Plusieurs insectes, notamment les sauterelles, en offrent souvent de pareils. M. Latreille en a retiré un de l'abdomen d'un faucheur (*phalangium*), animal très-voisin des araignées ; mais nous ignorons si on avait remarqué que ces espèces de vers peuvent vivre dans l'eau.

# Note *sur la Fixité du degré d'ébullition des liquides.*

Par J.-L. Gay-Lussac.

On trouve dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin*, année 1785, p. 2, ou *Annales de Chimie*. X. 49, des expériences de M. Achard faites dans la vue de s'assurer si le degré de chaleur de l'eau pure bouillante est un degré fixe et invariable, indépendant de toute autre circonstance que de la pression de l'atmosphère.

Les principales conséquences de ces expériences sont :

1°. Que, dans un vase métallique, l'eau ne prend pas en bouillant un degré de chaleur fixe ; mais qu'au contraire, quoique l'eau ne cesse pas de bouillir, son degré de chaleur varie constamment, et que cette variation est principalement produite par l'action de l'air, tant sur les parois du vase que sur la surface de l'eau ; tandis que dans un vase de verre, l'eau bouillante a un degré de chaleur fixe et déterminé, sans que l'action de l'air extérieur sur les parois du vase y produise aucun changement.

2°. Que la nature du vase n'a aucune influence sur le degré de chaleur que l'eau y prend en bouillant.

La première conséquence me paraît inexacte en ce qui a rapport à l'influence du mouvement de l'air sur les parois du vase de verre ; car il est bien difficile de concevoir que tandis que cette influence est très-sensible pour des vases métalliques, elle soit entièrement nulle pour des vases de verre. Mais je ne m'arrêterai point à la discuter, parce que les expériences de M. Achard ayant

été faites dans des vases de capacité différente, et contenant des quantités inégales d'eau, ne présentent pas une parité de circonstances suffisante.

La seconde conséquence que la nature des vases n'a aucune influence sur le degré de chaleur que l'eau y prend en bouillant n'est point admissible. M. Achard a cependant vu l'eau bouillir quelquefois à un degré plus élevé dans un vase de verre que dans un vase de métal; mais cette différence ne s'étant pas maintenue constamment, il l'a rejetée comme accidentelle.

J'ai reconnu, il y a quelques années, qu'un thermomètre dont j'avais pris le point de 100° dans de l'eau bouillante, dans un vase de fer-blanc, ne s'arrêtait pas au même terme dans un vase de verre, quoique toutes les circonstances me parussent d'ailleurs les mêmes. La différence que j'avais observée s'élevait à plus d'un degré; et comme je ne pouvais l'attribuer à d'autre cause qu'à la nature des vases, j'avais conclu que l'eau bout plutôt dans un vase métallique que dans un vase de verre. (*Ann. de Chim.*, vol. LXXXII, p. 174.)

Le professeur Muncke, d'Heidelberg, a trouvé ce résultat assez important pour le constater. Il a fait avec M. Gmelin un grand nombre d'expériences dans des vases de nature différente, ayant la plupart à-peu-près la même forme; mais les résultats qu'il a obtenus ne sont point, dit-il, favorables à l'observation que j'avais faite.

Cette assertion m'avait d'abord surpris; car j'avais eu fréquemment l'occasion de constater mon observation, et d'en faire des applications; mais ma surprise a cessé entièrement après avoir comparé les résultats de M. Muncke. En effet, dans la première série de ses expériences, le

thermomètre touchant le fond du vase, l'eau bouillante a marqué 1°,1 de plus dans des vases de verre vert, de faïence et de terre ordinaire, que dans des vases de platine et d'argent. Dans la seconde série, où le thermomètre ne touchait pas le fond du vase, l'eau est constamment entrée plus tard en ébullition dans les vases de verre et de faïence que dans les vases métalliques; et la moyenne de tous les résultats, dont l'accord est d'ailleurs très-peu satisfaisant, confirme parfaitement mon observation.

Je n'avais pas au surplus prétendu donner la mesure absolue de la différence qui peut exister entre les termes de l'ébullition de l'eau dans un vase métallique ou dans un vase de verre; je crois, au contraire, qu'elle est variable selon la nature de chaque corps, et pour le même corps, selon l'état de sa surface; car il est probable qu'elle dépend à-la-fois et de la propriété conductrice pour le calorique, et du poli des surfaces. Comme j'ai ici pour principal objet de faire connaître une application que j'ai faite depuis long-temps de la propriété qu'ont les liquides de bouillir plutôt dans un vase métallique que dans un vase de verre, pour éviter les soubresauts, je vais entrer dans quelques détails qui ne me paraissent pas inutiles.

Lorsqu'on entretient un matras à moitié plein d'eau en ébullition, on entend un bruit assez fort qui semble annoncer que l'ébullition se fait péniblement; les bulles de vapeur sont volumineuses, ne partent que de quelques points, et un thermomètre plongé dans l'eau éprouve de fréquentes variations. En substituant un vase de fer-blanc au vase de verre, le bruit est moins sensible, les bulles de vapeur moins grosses, mais plus nombreuses,

les variations du thermomètre moins considérables, et le terme de l'ébullition moins élevé. On peut s'en assurer d'une manière très-simple et très-prompte en faisant bouillir de l'eau dans un matras de verre, et en y projetant quelques pincées de limaille de fer : à l'instant, l'ébullition se fera sensiblement comme dans un vase métallique. Au lieu d'eau, qu'on se serve d'acide sulfurique ; la différence qu'on observera entre les termes de son ébullition, dans les mêmes circonstances que l'eau, sera très-variable, et souvent de plusieurs degrés.

Il faut remarquer, et c'est un point très-important, que non-seulement l'ébullition se fait plus tard dans le verre que dans le métal ; mais qu'un thermomètre plongé dans le liquide éprouve, surtout avec l'acide sulfurique, des variations considérables, et s'élève au-dessus du véritable terme de son ébullition. Le liquide est alors dans le même cas que s'il était enfermé dans un vase où l'ébullition pourrait se faire librement, et à la température la plus basse possible, sous la pression de l'atmosphère ; mais que son ébullition fut retardée en interceptant sa communication avec l'air. En rétablissant cette communication, il se formerait subitement une quantité de vapeur proportionnelle à l'excès de la température de l'eau sur celle de son ébullition ; la température tomberait à 100°, et il se ferait une espèce d'explosion. Il faut seulement concevoir, dans le premier cas, que la force qui empêche la vapeur de se former à la température à laquelle elle supporterait dans le vide la pression de l'atmosphère est une force intérieure, due sans doute à la cohésion du liquide que la vapeur doit vaincre, et à la

résistance au changement d'état, comme dans toute espèce d'équilibre.

La cohésion ou viscosité du liquide doit avoir une très-grande influence sur le terme de son ébullition; car on peut concevoir que la vapeur, pour se former dans l'intérieur du liquide, doit vaincre deux forces; premièrement, la pression qu'elle éprouve; et secondement, la cohésion des molécules liquides. De plus, il est certain que la vapeur d'un corps à l'état liquide ou solide, mais à la même température, comme de l'eau et de la glace à *zéro*, a, dans ces deux circonstances, exactement la même force élastique.

D'après ce dernier fait, on peut très-bien concevoir un corps solide et même liquide, dont la vapeur, qui se formerait à sa surface, ferait équilibre à la pression de l'air, tandis que son intérieur prendrait une température plus élevée que celle de sa véritable ébullition, pourvu que ce corps fût moulé dans un vase et chauffé par sa partie inférieure, comme on le fait ordinairement pour les liquides. Il est évident que l'adhérence du liquide au vase doit ici être assimilée à sa viscosité.

Ce que je viens de désigner par le nom de résistance au changement d'état est plus difficile à analyser. Je me contenterai de faire remarquer que la conductibilité pour le calorique et la nature de la surface me paraissent exercer une influence sur le terme de l'ébullition de l'eau. En effet, toutes choses égales d'ailleurs, l'eau bout plus promptement sur une surface métallique que sur une surface de verre, et plus promptement dans un vase de verre où on a mis du verre en poudre, que dans celui où on n'a rien mis.

Le dégagement d'un fluide élastique en dissolution dans l'eau est tout-à-fait analogue à l'ébullition d'un liquide. Si l'on prend une liqueur fermentée, de la bière ou du vin de Champagne mousseux, et qu'on attende que le dégagement de l'acide carbonique ait cessé, on renouvellera le dégagement du gaz en y introduisant une poussière, un morceau de papier, une croûte de pain, ou bien en agitant violemment le liquide. L'acide carbonique se dégage principalement au contact du liquide avec le verre, et plus abondamment aux endroits de la surface où il y a des aspérités. Les bulles, partant de la surface du verre, sont d'abord très-petites; mais elles grossissent en traversant la liqueur, parce qu'elles y établissent une solution de continuité, très-favorable au dégagement de l'acide carbonique. Il semble qu'elles s'élèvent en plus grande abondance du fond du verre que de ses parois; mais c'est une illusion.

Il est facile d'expliquer, par ce qui précède, le phénomène connu sous le nom de *soubresaut*. Lorsque, par une cause quelconque, la température d'un liquide s'élève au-dessus de son véritable point d'ébullition (celui auquel la tension de la vapeur du liquide serait égale, dans le vide, à la pression de l'atmosphère), il arrivera bientôt que cet état, en quelque sorte forcé, sera dérangé soit par son propre excès, soit par toute autre cause. Alors il se produira instantanément une *bouffée* de vapeur; le liquide sera projeté, et le vase lui-même soulevé. C'est surtout dans la distillation de l'acide sulfurique, dans des vases de verre, que ces phénomènes sont bien marqués: cette distillation ne se fait point sans danger de briser l'appareil distillatoire, et l'on doit la considérer comme une opération très-

pénible et très-longue. Aujourd'hui, en partant des faits que j'ai exposés, on peut la rendre aussi facile que celle de l'eau : *il suffit de mettre dans la cornue quelques petits morceaux de fil de platine*. Il n'y aura plus de soubresauts, à moins qu'il ne se forme quelque dépôt au fond de la cornue ; l'acide coulera sans interruption, et l'opération n'exigera aucun soin particulier.

J'emploie ce moyen avec avantage, depuis plusieurs années, dans toutes les distillations que je fais ; et M. Robiquet, à qui je l'avais communiqué, s'en trouve également bien.

Les observations précédentes s'appliquent naturellement à la graduation des thermomètres, qui présente plus de difficultés qu'on ne le croit généralement : je reviendrai sur cet objet, dans un des Cahiers suivans.

---

## LETTRE *de M.* Gillet-de-Laumont *aux Rédacteurs, sur le Lithion.*

Le 6 avril 1818.

« M. SUDENSTIERNA m'a écrit (le 17 mars 1818) que M. Arfredson n'avait pas entièrement terminé son analyse de la pétalite lorsqu'il m'écrivit qu'il y avait trouvé *trois pour cent* de lithion ; mais qu'il croit aujourd'hui y en avoir reconnu *cinq parties* ; ce qui rapprocherait son analyse de celle de M. Vauquelin, qui en a trouvé *sept*, à la vérité, dans des morceaux très-purs que je lui avais remis.

» M. Sudensticrna me marque en outre que M. Ar-

fredson vient de reconnaître *huit pour cent* de *lithion* dans le *triphane*, sans doute de Uto.

» D'après cette nouvelle découverte, qui s'étendra probablement à d'autres substances minérales, les chimistes pourront se procurer facilement ce nouvel alcali, le triphane étant moins rare que la pétalite ; et M. Léonhard, venant d'en découvrir dans le Tyrol, d'où M. Hisinger a retiré six pour cent de potasse, qui pourrait bien être du lithion. »

---

## PROCÉDÉ *pour préparer en grand l'acide hydrosulfurique.*

On emploie ordinairement le sulfure de fer que l'on fait en exposant à une chaleur rouge un mélange de soufre et de fer. Ce procédé a l'inconvénient de donner un sulfure qui souvent ne se décompose que très-imparfaitement par les acides. Lorsqu'on veut obtenir un gaz très-pur, il faut, comme nous l'avons conseillé, M. Thenard et moi, dans nos *Recherches physico-chimiques*, donner la préférence au sulfure d'antimoine ; mais il est nécessaire d'employer de l'acide hydrochlorique très-concentré ; ce qui rend ce procédé peu avantageux dans les circonstances ordinaires.

Le moyen que j'emploie aujourd'hui avec le plus grand succès consiste à faire un mélange de deux parties de limaille de fer et une de fleurs de soufre, que l'on introduit dans un matras ; on lui ajoute une quantité d'eau suffisante pour en faire une bouillie, et l'on chauffe un peu le matras pour favoriser la combinaison du fer

avec le soufre, qui s'annonce bientôt par un grand dégagement de chaleur et par une couleur noire que prend toute la masse. L'acide sulfurique, délayé de quatre fois son volume d'eau, en dégage le gaz hydrosulfurique avec presque autant de rapidité que d'un hydrosulfate alcalin. Il n'y a point d'avantage à préparer d'avance la combinaison du fer et du soufre, à moins qu'on ne la défende du contact de l'air avec le plus grand soin, parce qu'elle s'altère très-promptement, et qu'elle ne demande d'ailleurs que quelques instans pour être préparée.

La nature de cette singulière combinaison est encore problématique. Est-ce un sulfure ou un hydrosulfate ? En considérant que l'eau est absolument nécessaire à sa formation; qu'elle disparaît et se solidifie, il me paraît probable que c'est un hydrosulfate. Si l'eau n'était point essentielle à la nature de ce composé, on ne concevrait pas comment, par sa présence seule, elle déterminerait le fer à se combiner avec le soufre. On pourrait, à la vérité, supposer qu'il se forme un hydrate de sulfure de fer; mais j'avoue que j'aurais de la peine à admettre cette supposition.

G.-L.

---

## NOUVELLES REMARQUES *sur les Observations météorologiques qui se publient dans la* Bibliothèque universelle de Genève.

Il paraît, depuis trois ans, à Genève, un Journal qui justifie bien son titre de *Bibliothèque universelle* : car on

y trouve pêle-mêle, sans distinction aucune, des résultats bons et mauvais, vrais ou inexacts, remarquables ou insignifians (1). A quelques exceptions près, les rédacteurs se feraient un scrupule de troubler, par la plus

(1) Si le rédacteur n'est généralement pas très-heureux dans le choix de ses matériaux, il faut convenir qu'il lui arrive aussi quelquefois d'insérer dans son Journal des Mémoires extrêmement curieux. On y a lu récemment, par exemple, l'histoire de la poule moscovite, dont la figure ressemble à celle d'une vieille femme. Une planche que le rédacteur a fait graver *ad hoc* transmettra les traits de cet intéressant oiseau jusqu'à la dernière postérité : je suis seulement étonné que, dans une occasion aussi importante, on ait négligé le parti qu'il eût été possible de tirer des couleurs. « *La crête*, nous dit-on, *figure un nez bourgeonné, et* » *l'illusion est complète lorsqu'on aperçoit, ainsi que cela* » *arrive quelquefois, le suintement des narines, ou de la* » *poussière qui s'y accumule.* » Cette description ne manque sûrement pas de netteté : et toutefois on regrette ces teintes rouges et grises qui, convenablement distribuées sur la planche, auraient pu produire un si bon effet. Le rédacteur me saura gré de l'avertir qu'on vend à Londres, *fleet-street*, le portrait de cette autre merveille, M^lle M'Evoy, dont il s'est empressé de nous donner l'histoire, et qui lit si bien, de loin, avec le bout de ses doigts. J'ai entendu des abonnés se demander si elle n'obtiendra pas, comme la poule, les honneurs de la gravure; mais je ne vois pas pourquoi ils en douteraient? Que ne doit-on pas attendre d'un rédacteur qui a porté son attention jusqu'à nous faire connaître, dans le Numéro d'avril 1817, le *modèle* des *bons* avec lesquels les gens pauvres se procurent, à Genève, des soupes économiques.

légère critique, la satisfaction des auteurs à qui ils ont accordé les honneurs de l'insertion : aussi, dans les pays étrangers, leur politesse commence à passer en proverbe. Un correspondant écrivait, par exemple, dans le Numéro de décembre dernier, que M. L......, négociant anglais de Manchester, chez qui il fut reçu à son passage dans cette ville, avait des manières si affables, si prévenantes, un esprit si cultivé qu'on l'aurait pris *pour un Suisse du bon ton.* Qui ne devine que le compliment est adressé aux rédacteurs de la *Bibliothèque universelle ?* Pour ma part, je ne pourrai jamais trop dire combien je leur suis redevable. Les tableaux météorologiques qu'ils publient tous les mois me paraissaient faits sur un mauvais plan ; j'ai indiqué les motifs de cette opinion dans le Cahier des *Annales* de décembre : or, mon article a non-seulement été inséré en entier et avec guillemets dans un des derniers Numéros de la *Bibliothèque universelle ;* mais, qui plus est, le rédacteur, à qui il avait suggéré UNE REMARQUE GÉNÉRALE, ne l'a pas publiée. Je sens, comme je le dois, toute la délicatesse de ce procédé ; je n'oublierai jamais que je vis sous le poids d'*une remarque générale* dont on s'est *abstenu* par pure générosité ; mais, après cette déclaration, ne sera-t-il pas permis d'examiner si mes observations critiques sont aussi futiles que M. le rédacteur le prétend ?

J'avais d'abord annoncé que les observations du baromètre sont rapportées dans la *Bibliothèque* UNIVERSELLE sans aucune indication relative à la température du mercure. Le rédacteur ne nie pas le fait ; mais il s'étonne qu'on ait ignoré que les tableaux de la *Biblio-*

*thèque* BRITANNIQUE étaient réduits à 10° Réaumur, attendu qu'il en avait averti, il y a *plus de vingt-deux ans*, dans les premiers Cahiers de ce Journal. Puisque j'apprends que les 60 volumes de la *Bibliothèque britannique* sont indispensables à ceux qui veulent s'abonner, ne fût-ce que pour un an, à la *Bibliothèque universelle*, je ne manquerai certainement pas d'en faire promptement l'acquisition ; mais doit-on espérer que tout le monde sera d'aussi facile accommodement ? Aussi persisterai-je à soutenir que chaque tableau devrait renfermer des notes explicatives analogues à celle que je réclamais, dût-on gagner l'espace nécessaire en supprimant des remarques qui y figurent chaque mois, et de l'importance de celle-ci : « *Le temps sec a favorisé le charriage des fumiers* » (février 1818) (1).

Le rédacteur regarde l'existence de l'oscillation diurne barométrique comme parfaitement démontrée par les recherches de MM. de Humboldt et Ramond. Il faut avouer que sans cette citation expresse on aurait pu supposer que les ouvrages de ces savans lui étaient inconnus.

---

(1) Pour me prouver que son baromètre a toujours été réduit à 10° Réaumur, M. le rédacteur me renvoie aux renseignemens qu'il a publiés, en octobre, sur les observations météorologiques du Saint-Bernard ; mais je le prie de se rappeler que, dans cet article, il n'est aucunement question de l'instrument de Genève. Ce qui montre, au demeurant, combien mon observation était fondée, c'est que le rédacteur me reproche, à son tour, de n'avoir pas dit, dans le résumé des tableaux de 1817, de quel genre d'hygromètre nous

On sait en effet qu'ils ont trouvé, l'un sous l'équateur, l'autre dans nos climats, qu'à toutes les époques de l'année, et abstraction faite des perturbations accidentelles, le baromètre est *à son maximum* de hauteur de 8h. à 9h. du matin; qu'il descend ensuite jusque vers 3h. ou 4h. de l'après-midi, et remonte, dans le reste de la soirée, de manière à atteindre *son second maximum* à 10h. ou 11h. du soir. Ces faits sont positifs; ils résultent de l'examen d'une multitude d'observations très-précises, et nos tableaux météorologiques les confirment journellement. Veut-on savoir, après cela, de quelle manière notre critique traite une question aussi simple? Le voici: « L'influence solaire, dit-il, comme calorifique, est de » beaucoup la cause la plus énergique, et peut-être sen» siblement la seule de cette modification (c'est de la » modification qui occasionne la période qu'il entend » parler). Cette cause DOIT commencer à agir quand le » soleil darde ses premiers rayons (c'est-à-dire, à huit » heures du matin en hiver, et à quatre heures en été » dans nos latitudes), et atteindre son *maximum* vers » celui de la température diurne..... Nous croyons *donc*

---

nous sommes servis, quoique j'eusse averti expressément qu'on avait employé le *même instrument* qu'en 1816, et que, dans le dernier Cahier de cette année, on eût donné tous les détails nécessaires. Je conviendrai néanmoins de mon tort, pourvu que M. le rédacteur me permette de lui faire remarquer, par une règle de proportion, qu'en nous renvoyant à un Cahier qui a paru il y a vingt-deux ans, et qui même fait partie d'un autre journal, il est, sur ce point, vingt-deux fois, au moins, plus coupable que moi.

» qu'en choisissant, comme le fait l'auteur (1), les heures
» de neuf heures du matin, midi, trois heures et neuf
» heures du soir, pour observer le baromètre, sans parler
» du grand assujettissement qui en résulte pour l'obser-
» vateur, on partage *arbitrairement* la période descen-
» dante et ascendante de la grande marée diurne; ce qui
» procure des résultats *vagues*, à la place de ceux qui
» ressortent de la comparaison des pressions moyennes
» observées aux deux limites des périodes choisies (à
» Genève) ».

Le rédacteur a pris, dans ce passage, un ton tranchant qui ne permet pas même l'expression du doute. On fera donc bien, *à l'avenir*, de consulter le baromètre aux heures où, comme il le *veut*, la cause de la période diurne DOIT produire le *maximum* et le *minimum* d'effet; mais pourrait-on en vouloir aux observateurs qui, *par le passé*, avaient coordonné leur plan aux phénomènes que l'atmosphère présentait *alors*, ou à ceux qui, par un reste d'habitude, ne se laisseraient pas convaincre sur-le-champ par les *assertions* de la *Bibliothèque universelle*. Pour parler plus sérieusement, on a peine à concevoir comment un savant à qui les sciences ont quelques obligations, a pu, tout en se déclarant le disciple des Saussure et des Deluc, écrire un Mémoire dans lequel il avance que les seules heures de la journée où l'on *puisse* observer des *maxima* et des *minima* du baro-

---

(1) C'est à moi que ce passage s'adresse; mais MM. de Humboldt et Ramond pourront prendre leur part de la critique, puisque nos tableaux sont calqués sur ceux dont ils ont donné les modèles.

mètre sont le lever du soleil et deux heures après midi, lorsque les ouvrages de La Condamine, de Bouguer, et mieux encore ceux de MM. Ramond, de Humboldt, etc. sont là pour lui donner un démenti formel; comment il nie l'existence de la période régulière nocturne, constatée par des milliers d'observations; et comment enfin il accorde tant de confiance à un système bâti sur le raisonnement le plus vague, et dont les conséquences sont en opposition avec des faits avérés. Ce savant avait un moyen très-simple, sinon de s'excuser d'être resté en arrière quand la météorologie faisait des progrès, du moins de justifier la forme qu'il avait donnée à ses tableaux, il y a vingt-deux ans : puisqu'alors MM. de Humboldt et Ramond n'avaient pas encore tracé aux observateurs la véritable manière d'étudier les phénomènes atmosphériques; j'aurais desiré, dans l'intérêt de la science, que nos remarques eussent déterminé M. le rédacteur à suivre désormais l'exemple de ces deux savans célèbres. Mais puisqu'avec de telles autorités et malgré l'évidence des faits, nous n'avons pas pu le convaincre, je dois en conclure qu'il est bien résolu, en toute matière, à ne jamais changer d'avis. Je m'engage donc à respecter par la suite une si noble détermination. Il est un point toutefois auquel cette promesse ne saurait s'appliquer. Je veux parler des *assertions* critiques, toujours dirigées contre les recherches des savans français, et qui de temps à autre se glissent, comme à la dérobée, dans quelques coins de la *Bibliothèque universelle*. J'avoue que si le rédacteur, effaçant d'un trait de plume le résultat du travail le plus pénible et le plus délicat, venait encore une fois nous dire que les Tables des satellites de Ju-

piter construites par M. Delambre ne valent pas celles de Wargentin; que si sortant en quelque sorte du domaine de la science, et dirigeant ses attaques avec autant de convenance que de bonne foi sur deux savans qu'il ne m'est pas permis de louer ici, il les accusait, comme il l'a déjà fait, de n'avoir su tirer aucun parti de la pile galvanique que le Gouvernement leur avait confiée; je surmonterais encore le dégoût d'une discussion pareille, ne fût-ce que pour prouver que si un Mémoire peut être fort insignifiant tout en faisant partie de la *Bibliothèque universelle*, il arrive aussi quelquefois, par compensation, qu'un travail est excellent, quoique déprécié par les rédacteurs de ce journal.

---

## EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

### *Séance du lundi* 2 *mars* 1818.

M. VALLÉE présente un *Traité manuscrit de Géométrie descriptive, accompagné de planches.* (Il est renvoyé à l'examen d'une commission spéciale.)

Les commissaires nommés par l'Académie pour adjuger le prix de physique relatif à la marche des thermomètres et aux lois du refroidissement, font leur rapport.

Ce rapport, rédigé par M. Fourier, est trop étendu pour que nous puissions cette fois le transcrire. Le jugement unanime de la commission a été que le Mémoire envoyé au concours était digne du prix. L'ouverture du

billet cacheté a appris que les auteurs sont M. Petit, professeur à l'Ecole polytechnique, et M. Dulong, professeur à l'Ecole royale d'Alfort.

M. Geoiffroy-Saint-Hilaire lit un *Mémoire sur l'Os hyoïde des mammifères.*

M. Manouri-Dectot et M. Dellile ont lu ensuite chacun un Mémoire : le premier, *sur une nouvelle pompe à feu ;* le second, *sur le Persea.* Nous attendrons le rapport des commissions pour en entretenir nos lecteurs.

*Séance du lundi 9 mars.*

M. Geoiffroy-Saint-Hilaire remet sur le bureau, pour être déposé au Secrétariat, un paquet cacheté contenant des *Mémoires* imprimés, *sur l'Unité de composition et l'Identité des matériaux des organes respiratoires dans tous les animaux vertébrés.* L'Académie ordonne le dépôt.

M. Frédéric Honriet du Locle adresse un *Mémoire sur l'Isochronisme des ressorts spiraux*, qui est renvoyé à l'examen d'une commission.

M. Chaptal, au nom d'une commission, rend compte des Mémoires adressés au concours pour le prix fondé par feu M. Ravrio, *sur les moyens de garantir les doreurs sur cuivre des dangers dont cet art est accompagné.* Le prix a été décerné au Mémoire n° 1, dont l'auteur est M. Darcet, vérificateur général des monnaies. (Nous ferons connaître ce travail prochainement.)

M. Legendre annonce que les pièces envoyées au concours *sur le théorême de Fermat* ne renferment rien qui mérite une récompense.

M. de Humboldt lit un *Mémoire sur l'Arbre de la Vache*. (*Voyez* le Cahier précédent.)

M. Gillet-Laumont annonce la découverte d'un alcali nouveau dans la pétalite de la mine d'Uto en Suède. (*Voyez* la lettre de Berzelius dans le dernier Cahier.)

M. Beudant commence la lecture d'un *Mémoire sur les Causes des variétés de forme des cristaux de la même espèce*.

L'Académie, dans cette même séance, a décerné la médaille fondée par M. de Lalande, au travail que M. Pond, directeur de l'Observatoire de Greenwich, a publié sur la parallaxe annuelle des étoiles.

*Séance publique du lundi 16 mars.*

On a décerné, dans cette séance, le prix de physique à MM. Dulong et Petit; le prix sur la dorure à M. Darcet, et celui d'astronomie à M. Pond.

M. Delambre a lu les *Eloges* de MM. Rochon et Messier; M. Cuvier ceux de Werner et de Desmaretz; M. Girard un Mémoire intitulé : *Précis historique sur la Navigation intérieure*.

*Séance du lundi 23 mars.*

On lit une lettre de Berzelius adressée à M. Berthollet, qui annonce la découverte de deux substances nouvelles. (*Voyez* le Cahier précédent.)

M. Vauquelin lit une Note relative au même objet. (Elle fait partie de ce Cahier.)

M. le Maréchal duc de Raguse fait un rapport sur un ouvrage de M. Dupin intitulé : *Essai sur les progrès de l'artillerie et du génie militaire dans la Grande-Bretagne*.

M. Dupin a parcouru avec attention et fait connaître les principaux établissemens militaires de l'Angleterre, Woolwich, Portsmouth, Chattam, etc. Presque toutes les constructions pour le Gouvernement sont faites à Woolwich; ailleurs il n'y a que des dépôts. La poudre et les armes portatives sont en Angleterre des objets de commerce que le Gouvernement achète selon ses besoins, après les avoir fait éprouver. Il y a dans le seul dépôt de Woolwich plus de dix mille pièces de canon et une immensité de mortiers, obusiers, caronades, pierriers, etc. Avant la guerre, on y comptait vingt-cinq mille canons, et le reste à proportion. Portsmouth et Chattam sont fortifiés; mais les travaux de ce genre n'ont rien de particulier en Angleterre. Là, comme ailleurs, Vauban est le grand maître; les ouvrages de Carnot y sont estimés. Les Anglais ont voulu essayer quelque chose de Montalembert; mais leurs finances ont elles-mêmes reculé devant les dépenses que ce système exige. On a bâti sur les côtes des tours défensives, plus simples que les nôtres.

Les machines à vapeur et les presses hydrauliques sont aujourd'hui les principaux agens de l'industrie anglaise: les premières sont portées à un haut degré de perfection. On les voit avec étonnement fonctionner devant soi sans bruit, sans embarras, et produire cependant l'effet de deux à trois cents chevaux. On en fait un très-grand usage dans les constructions de l'artillerie anglaise. La presse hydraulique de Pascal, perfectionnée par Bramah, fournit, de son côté, des forces diversement avantageuses. C'est au moyen de cette presse que les Anglais avaient réduit à un volume extrêmement resserré les équipemens, les provisions, et surtout les fourrages, qui,

devenus d'un transport facile, procuraient la plus grande abondance à l'armée de Portugal, en présence d'un adversaire qui était dépourvu de tout.

M. Dupin fait connaître avec détail tout ce qui est relatif à l'instruction du personnel de l'artillerie. Il a aussi consacré un chapitre particulier au perfectionnement du matériel; mais malgré quelques promesses faites avec un peu d'ostentation, il ne paraît pas que rien de bien destructeur et de bien redoutable ait été nouvellement inventé.

Les Anglais ont des obus remplis de mitraille, auxquels ils attachent beaucoup de valeur. Les meilleurs juges d'une invention meurtrière sont ceux contre qui elle a été souvent dirigée; et les effets qu'ils ont produits sur nos troupes prouvent l'utilité dont il serait pour nous d'en adopter l'usage.

« On a fait récemment en Angleterre des épreuves » assez suivies sur les moyens d'alléger l'artillerie de gros » calibre. Ces épreuves avaient particulièrement pour » objet le service de la marine; car quelque sécurité » que la marine anglaise puisse inspirer à ceux qui la » possèdent, ils ne s'en occupent pas avec moins d'ardeur » de la perfectionner.

» Le général Congrève et le général Bloomfield se sont » beaucoup occupés de l'allégement des grosses bouches » à feu. Les canons du premier avaient été d'abord cités » avec éclat, comme ayant d'étonnantes propriétés par» ticulières que n'auraient pas eues les canons du général » Bloomfield; mais il s'est trouvé qu'à des épreuves bien » faites, ils avaient sur ces derniers une sensible infé» riorité. Les uns et les autres ont eu sur les canons or-

» dinaires d'assez grands avantages pour le service auquel » on les destinait.

» Le général Congrève est le promoteur le plus actif » des innovations dans l'artillerie anglaise ; il s'est beau- » coup occupé de la construction des affûts. Il a publié » un livre sur cette matière ; mais ce qu'on voit dans cet » ouvrage rappelle avec une évidence frappante ce qui se » voit dans plusieurs ouvrages français, principalement » dans Montalembert.

» Le général Congrève a pris, à ce sujet, un brevet » d'invention qui, sans lui conférer le droit de passer » pour l'inventeur de choses déjà connues, lui assure du » moins l'avantage de vendre exclusivement aux arma- » teurs de son pays des affûts dont son brevet d'invention » leur interdit la construction, quoiqu'il fût très-facile » de les faire d'après les seuls livres français.

» Il paraîtrait que les innovations du général Congrève » ont souvent été jugées (du moins publiquement) en » Angleterre, avec la prévention qui s'établit si facile- » ment dans ce pays pour tout ce qui promet quelque » chose à la réputation nationale.

» Le titre principal du général Congrève, ce sont les » fusées qui portent son nom. On sait qu'avant qu'il en » introduisît l'usage en Angleterre, elles étaient em- » ployées par les Indiens, qui s'en étaient servis contre » l'armée anglaise à Séringapatam ; elles avaient déjà été » proposées en France ; mais on y avait senti qu'une » chose qui fait plus de bruit que de mal ne saurait être » fort utile à la guerre.

» On croit en Angleterre (du moins on le dit, mais » on le dit sans aucune raison) que les fusées ont eu de

» grands résultats, particulièrement à la bataille de
» Leipsick. Les artilleurs de plusieurs puissances s'en
» occupent sérieusement : il est à espérer que l'artillerie
» française, qui a quelques droits à donner des exem-
» ples, ne suivra pas celui-là ; car, hors un petit nombre
» de cas spéciaux, ces fusées ne sont d'aucun effet, et
» c'est l'humanité, beaucoup plus que la science mili-
» taire, qui aurait à se réjouir si l'on n'employait plus
» que de pareilles armes.

» Les Anglais ont des fusées pour la guerre de terre et
» de mer ; ils en ont de tous les calibres ; ils en ont pour
» l'infanterie, pour la cavalerie, pour brûler, pour mi-
» trailler, etc.

» Le général Congrève vient d'ajouter à tout cela un
» complément qui, pour cette fois, est bien sa propre
» invention. De nouvelles fusées portent maintenant un
» parachute qui, se déployant au plus haut de la trajec-
» toire, promène majestueusement dans les airs une
» bombe qui doit, si elle trouve un vent favorable,
» descendre sur quelque ville à incendier ; ou bien une
» balle d'artifice qui, brillant tout-à-coup comme un
» astre nouveau, doit éclairer les mouvemens de l'en-
» nemi..... Arrivé à ce point, on ne saurait prévoir où
» le général Congrève se propose d'arrêter son génie ; et
» sans doute sa modestie l'avait rendu trop réservé, lors-
» qu'il s'est borné à dire à l'un des grands ducs de Russie
» que *si la guerre avait continué, il allait mettre l'armée*
» *anglaise en état de se passer de ses canons et de sa*
» *mousqueterie.* »

Le rapport de M. le duc de Raguse est terminé par cette conclusion :

« Des travaux aussi considérables (ceux de M. Dupin),
» entrepris avec le zèle le plus digne d'éloges, et achevés
» avec beaucoup de talent, appelleront sans doute l'atten-
» tion et les encouragemens sur cet ingénieur qui, jeune
» encore, a déjà su se faire honorablement distinguer.

» Votre commission termine son rapport en vous pro-
» posant de faire imprimer dans le *Recueil des Savans*
» *étrangers* l'ouvrage recommandable à tous les titres
» de M. Dupin. »

Dans la même séance, le Maréchal duc de Raguse a fait un rapport *sur un nouvel affût de canon*, présenté à l'Académie par M. Ferrier de Mézières : il est terminé par ces conclusions : « En général, les changemens proposés par l'auteur annoncent qu'il n'a point de connaissances théoriques et nulle expérience de l'emploi du canon. »

M. Beudant a continué la lecture de son Mémoire.

Sur la demande de M. Gauthier, l'Académie a nommé des commissaires pour examiner les travaux faits à la rampe descendante des montagnes Beaujon.

*Séance du lundi* 30 *mars.*

M. de Varennes adresse la description d'un tissu qu'il croit incombustible, et qu'il regarde comme propre à être employé utilement pour les décorations des spectacles. Une commission l'examinera.

M. Desfontaines fait un rapport sur le Mémoire de M. Dellile, *relatif au Persea*.

Le persea était un arbre cultivé autrefois en Egypte pour son utilité, et dont Théophraste, Dioscoride, Diodore de Sicile, Strabon, Pline et autres auteurs anciens ont parlé dans leurs écrits. Voici ce qu'en dit Théo-

phraste : « Il y a en Egypte un arbre remarquable qu'on
» nomme *persea*. Ses feuilles, ses fleurs, ses branches
» ressemblent à celles du poirier; mais il conserve sa
» verdure toute l'année, tandis que le poirier s'en dé-
» pouille aux approches de l'hiver. Le persea produit
» des fruits en abondance ; ils mûrissent à l'époque des
» vents étésiens. On cueille et on conserve ceux qui ne
» sont pas encore parfaitement mûrs. Ils sont d'une cou-
» leur verdâtre et ont la forme d'une poire allongée,
» approchante de celle de l'amande. Leur chair, qui est
» douce, agréable au goût et facile à digérer, renferme
» un noyau comme la prune, mais plus petit et moins
» dur. Le bois du persea est très-solide et d'un beau noir.
» On en fait des statues, des tables et différens autres
» ouvrages. » (*Théophraste*, liv. IV, chap. 2.)

Plusieurs auteurs modernes ont cherché à connaître cet arbre célèbre, dont la plupart des historiens de l'ancienne Egypte ont fait mention ; mais leurs conjectures ont paru généralement dépourvues de fondement. M. de Sacy, dans sa traduction de la *Relation de l'Egypte* (*d'Aballatif*), médecin arabe, prouve que l'arbre décrit par les anciens auteurs de cette nation, sous le nom de *lebakh*, est le persea de Théophraste; mais ne dit pas si les caractères qu'on a accordés à cet arbre se retrouvent dans quelques-uns de ceux connus maintenant en Egypte.

Le *lebakh* a disparu depuis plusieurs siècles de la Basse-Egypte. M. Dellile l'a recherché, et croit que c'est le balanite, ou *xymenia ægyptiaca* de Linnœus, dont il n'a vu qu'un individu dans le jardin du Caire, et deux autres dans la Haute-Egypte, mais qui est très-commun dans la Nubie et dans l'Abyssinie, où il est connu

sous le nom de *glig*. Les commissaires regardent comme très-probable l'opinion que M. Dellile a émise, et ont proposé d'insérer son Mémoire dans le volume des *Savans étrangers*.

M. Poisson lit son *Mémoire sur les Mouvemens des fluides élastiques*. (*Voyez* plus haut, page 288.)

M. Beudant achève la lecture de son travail. (Une commission l'examinera.)

M. Fresnel lit un *Mémoire sur les Couleurs développées dans les fluides homogènes par la lumière polarisée*. (Nous le ferons connaître bientôt.)

M. Moreau de Jonnès lit une *Note sur la Courresse de la Martinique* (*Coluber cursor*).

---

*Prix proposés au concours par l'Académie royale des Sciences, pour les années* 1819 *et* 1820.

L'Académie royale des Sciences renouvelle l'annonce qu'elle fit l'année dernière des sujets de prix qu'elle adjugera dans la séance publique du mois de mars 1819. Elle avait proposé pour sujet de l'un de ces prix, *de déterminer les changemens chimiques qui s'opèrent dans les fruits pendant leur maturation et au-delà de ce terme.*

*On devra, pour la solution de cette question, examiner avec soin l'influence de l'atmosphère qui environne les fruits, et les altérations qu'elle en reçoit.*

*On pourra borner ses observations à quelques fruits d'espèces différentes, pourvu qu'on puisse en tirer des conséquences assez générales.*

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 3000 fr.

Le terme de rigueur, pour l'envoi des Mémoires, est le 1$^{er}$ janvier 1819.

Le sujet de l'autre prix était la question suivante :

1°. *Déterminer par des expériences précises tous les effets de la diffraction des rayons lumineux directs et réfléchis, lorsqu'ils passent séparément ou simultanément près des extrémités d'un ou de plusieurs corps, d'une étendue, soit limitée, soit indéfinie, en ayant égard aux intervalles de ces corps, ainsi qu'à la distance du foyer lumineux d'où les rayons émanent.*

2°. *Conclure de ces expériences, par des inductions mathématiques, les mouvemens des rayons dans leur passage près des corps.*

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 3000 fr.

Le concours sera fermé le 1$^{er}$ août 1818; ainsi les Mémoires devront être remis au secrétariat de l'Institut avant cette époque, pour que les expériences qu'ils contiendront puissent être vérifiées.

*Prix de Mathématiques.*

De tous les théorêmes de Fermat, qui ont si long-temps exercé les géomètres, il ne restait plus à démontrer que celui qu'il avait exprimé en ces termes : *Passé le second degré, il n'existe aucune puissance qui puisse se partager en deux autres puissances du même degré.*

Une démonstration de ce théorême, pour le cas du quatrième degré, a été donnée par Fermat lui-même, dans une de ses notes marginales sur Diophante. Euler a ensuite démontré d'une manière analogue le cas du

troisième degré ; mais la démonstration reste à trouver pour les puissances ultérieures, ou seulement pour celles dont l'exposant est un nombre premier ; car de ce seul cas on déduit immédiatement tous les autres.

Dans cet état de choses, l'Académie, voulant rendre hommage à la mémoire de l'un des savans qui ont le plus honoré la France, et desirant en même temps fournir aux géomètres l'occasion de perfectionner cette partie de la science, avait proposé, pour sujet du prix de mathématiques à décerner en 1818, la démonstration du théorème ci-dessus énoncé.

Les Mémoires envoyés au concours n'ayant pas rempli les conditions du programme, elle propose de nouveau la même question pour 1820.

Le terme de rigueur pour l'envoi des Mémoires est le 1er janvier 1820. Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 3000 fr.

---

L'importance des tables lunaires pour la navigation et la géographie en a fait le sujet de plusieurs prix proposés par les gouvernemens, les sociétés savantes, et spécialement par l'Académie des Sciences. Les astronomes, en combinant les observations avec la théorie, ont porté ces tables à un degré de précision qui laisse très-peu à desirer. La théorie a donné la forme des argumens ; elle a indiqué diverses inégalités qu'il eût été presqu'impossible de démêler dans l'ensemble des observations. La parallaxe de la lune, et ses inégalités, dans les tables de M. Burckhardt, dont on fait maintenant usage en France, sont uniquement tirées de la théorie, sur laquelle les inégalités en latitude des mêmes tables sont principalement fondées. A l'égard des inégalités en

longitude, qui sont les plus nombreuses et les plus difficiles à déterminer par la théorie, il a paru jusqu'ici préférable d'en conclure les coefficiens, par la comparaison d'un grand nombre de bonnes observations ; cependant l'analyse donne ces coefficiens d'une manière si approchée que l'on peut espérer, en portant plus loin les approximations, d'atteindre et même de surpasser la précision des résultats déduits des observations, et de bannir ainsi tout empirisme des tables lunaires, les seules tables astronomiques qui en renferment encore. L'Académie, dont l'objet n'est pas moins de perfectionner les sciences que d'en étendre les applications, propose, pour sujet du prix de l'année 1820, la question suivante :

*Former, par la seule théorie de la pesanteur universelle et en n'empruntant des observations que les élémens arbitraires, des tables du mouvement de la lune, aussi précises que nos meilleures tables actuelles.*

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 3000 fr.

Le terme du concours est fixé au 1[er] janvier 1820. Le résultat en sera publié dans la séance publique du mois de mars 1820.

---

Les Mémoires devront être adressés, francs de port, au secrétariat de l'Institut, avant le terme prescrit, et porter chacun une épigraphe ou devise qui sera répétée, avec le nom de l'auteur, dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Les concurrens sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages qui auront été envoyés au concours ; mais les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies s'ils en ont besoin.

## *Prix d'Anatomie.*

Feu M. Alhumbert ayant légué une rente annuelle de *trois cents francs* pour être employée aux progrès des sciences et des arts, le Roi a autorisé les Académies des Sciences et des Beaux-Arts à distribuer alternativement chaque année un prix de cette valeur.

L'Académie des Sciences, dont le tour arrive cette année, a arrêté en principe qu'elle consacrerait ce prix à des travaux particuliers propres à remplir des lacunes dans l'ensemble de nos connaissances; en conséquence elle annonce qu'elle décernera une médaille d'or de la valeur de 300 francs à l'auteur de la meilleure description anatomique des vers intestinaux, connus sous les noms d'*ascaris-lumbricalis* et d'*echinorhynchus-gigas*.

L'auteur devra s'attacher surtout à déterminer si ces animaux ont des nerfs et des vaisseaux sanguins, ou s'ils en sont privés.

Les Mémoires et dessins devront être remis, francs de port, au secrétariat de l'Académie avant le 1er janvier 1819, et porter une épigraphe ou devise qui sera répétée avec le nom de l'auteur, dans un billet cacheté joint au Mémoire. Le prix sera décerné à la séance publique qui suivra cette époque.

---

Nous donnerons le programme du prix de statistique dans le prochain Cahier.

| JOURS. | 9 HEURES DU MATIN Barom. à 0°. | Therm extér. | Hygr. | MIDI. Barom. à 0°. | Therm extér. | Hygr. | 3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | 9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | THERMOMÈTRE. maxim. | minim. | ÉTAT DU CIEL à midi. | VENTS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 755,31 | + 7,6 | 80 | 755,82 | +10,6 | 64 | 755,40 | +10,4 | 60 | 755,76 | + 5,6 | 86 | +10,6 | + 5,2 | Très-nuageux. | O. |
| 2 | 756,82 | + 8,9 | 65 | 756,74 | +11,6 | 71 | 755,60 | +11,6 | 73 | 756,08 | + 7,8 | 83 | +11,6 | + 5,6 | Nuageux. | O. fort. |
| 3 | 757,38 | +10,2 | 84 | 756,83 | +12,6 | 79 | 754,46 | +12,6 | 74 | 750,20 | + 6,0 | 83 | +12,6 | + 6,0 | Quelques éclaircies. | S. O. |
| 4 | 748,40 | + 7,0 | 76 | 748,87 | + 9,8 | 65 | 747,63 | + 9,8 | 64 | 740,27 | + 8,7 | 80 | + 9,8 | + 7,0 | Nuageux. | S. O. |
| 5 | 738,97 | +11,5 | 82 | 738,28 | +11,1 | 88 | 738,78 | +11,5 | 85 | 741,58 | + 8,7 | 86 | +11,5 | + 8,0 | Pluie à verse. | S. O. ft |
| 6 | 747,10 | + 7,1 | 84 | 747,89 | + 9,2 | 76 | 748,21 | + 7,9 | 79 | 750,18 | + 7,4 | 85 | + 9,2 | + 5,4 | Couvert. | S. O. |
| 7 | 750,63 | + 7,5 | 84 | 747,14 | + 9,6 | 84 | 741,62 | + 8,0 | 88 | 739,15 | + 7,0 | 90 | + 9,6 | + 3,5 | Couvert. | s.s. o. t-f. |
| 8 | 739,42 | + 6,0 | 81 | 740,14 | + 9,1 | 72 | 741,89 | + 6,0 | 81 | 745,71 | + 4,9 | 82 | + 9,1 | + 3,5 | Très-nuageux. | S. O. t-f. |
| 9 | 749,35 | + 4,6 | 81 | 750,02 | + 6,1 | 72 | 749,25 | + 6,5 | 66 | 746,58 | + 2,2 | 83 | + 6,5 | + 1,7 | Neige. | O fort. |
| 10 | 747,28 | + 3,7 | 85 | 745,91 | + 7,0 | 76 | 744,82 | + 4,2 | 85 | 745,38 | + 1,2 | 85 | + 7,0 | + 1,2 | Couvert, gresil. | S. O. |
| 11 | 750,44 | + 3,7 | 79 | 750,40 | + 7,1 | 71 | 749,50 | + 7,7 | 61 | 743,27 | + 4,0 | 80 | + 7,7 | + 0,4 | Nuageux | O. |
| 12 | 736,88 | + 6,0 | 73 | 738,14 | + 8,1 | 68 | 737,18 | + 4,2 | 65 | 739,86 | + 3,2 | 83 | + 8,1 | + 2,7 | Très-nuageux. | O. |
| 13 | 740,30 | + 3,7 | 83 | 741,35 | + 7,0 | 79 | 743,70 | + 2,5 | 88 | 751,83 | + 2,5 | 83 | + 7,0 | + 2,5 | Petite pluie. | O. |
| 14 | 758,33 | + 4,2 | 81 | 758,66 | + 6,8 | 73 | 757,88 | + 8,7 | 56 | 75[illegible],00 | + 3,2 | 89 | + 8,7 | + 1,0 | Très-nuageux. | O. |
| 15 | 751,03 | + 5,5 | 79 | 748,57 | + 7,2 | 65 | 745,72 | + 8,0 | 86 | 743,73 | + 9,0 | 84 | + 9,0 | + 3,7 | Pluie, brouillard. | S. E. |
| 16 | 747,30 | + 6,6 | 78 | 747,64 | + 9,2 | 65 | 748,36 | + 4,3 | 85 | 754,10 | + 4,0 | 86 | + 9,2 | + 4,0 | Nuageux. | O. |
| 17 | 756,64 | + 6,2 | 85 | 757,16 | +11,5 | 85 | 758,72 | +11,2 | 84 | 762,92 | + 5,9 | 81 | +11,5 | + 4,7 | Couvert. | S. O. |
| 18 | 764,37 | + 9,1 | 79 | 764,05 | +11,0 | 63 | 762,97 | +12,1 | 76 | 762,96 | + 9,0 | 82 | +12,1 | + 3,7 | Légers nuages. | O. |
| 19 | 762,55 | +10,6 | 83 | 761,67 | +12,5 | 75 | 759,40 | +13,2 | .. | 756,60 | +10,0 | 82 | +13,2 | + 4,0 | Nuageux. | S. |
| 20 | 754,51 | +10,1 | 82 | 754,72 | +11,4 | 82 | 754 73 | +11,5 | 83 | 757,43 | + 8,2 | 84 | +11,5 | + 5,9 | Couvert. | S. O. |
| 21 | 761,49 | + 7,5 | 82 | 761,17 | + 9,5 | 65 | 759,77 | +10,0 | 62 | 759,38 | + 5,7 | 81 | +10,0 | + 2,5 | Nuageux. | S. O. |
| 22 | 758,14 | + 8,4 | 85 | 757,92 | +11,7 | 72 | 757,18 | +13,0 | 66 | 756,80 | + 8,4 | 83 | +1[illegible],0 | + 4,2 | Quelques éclaircies. | S. O |
| 23 | 752,00 | + 9,5 | 77 | 750,63 | +14,4 | 62 | 750,44 | +14,6 | 71 | 753,47 | + 6,5 | 85 | +14,6 | + 5,4 | Très-nuageux. | S. O. |
| 24 | 751,96 | + 3,0 | 86 | 752,86 | + 3,5 | 86 | 754,27 | + 7,1 | 82 | 757,45 | + 4,0 | 84 | + 7,5 | + 3,0 | Pluie fine. | N. O. |
| 25 | 753,24 | + 3,7 | 84 | 751,09 | + 8,2 | 84 | 751,18 | + 6,6 | 84 | 756,10 | + 4,5 | 8[illegible] | + 8,2 | + 2,5 | Très-nuageux. | S. O. f. |
| 26 | 754,35 | + 6,5 | 85 | 749,60 | + 4,4 | 85 | 743,16 | + 9,6 | 84 | 742,70 | + 5,0 | 83 | + 9,6 | + 1,7 | Pluie abondante. | S. O. |
| 27 | 755,77 | + 6,6 | 74 | 758,53 | + 8,0 | 71 | 759,87 | + 5,6 | 74 | 764,14 | + 2,0 | 9[illegible] | + 8,0 | + 3,0 | Très-nuageux. | N. fort. |
| 28 | 766,82 | + 4,7 | 73 | 766,43 | + 6,9 | 59 | 765,82 | + 7,5 | 57 | 766,17 | + 3,1 | 80 | + 7,5 | + 0,7 | Nuageux. | N. |
| 29 | 764,51 | + 5,7 | 70 | 763,40 | + 6,7 | 53 | 762,00 | + 7,8 | 54 | 761,80 | + 2,7 | 76 | + 7,8 | — 1,5 | Légers nuages. | O. |
| 30 | 763,15 | + 4,4 | 70 | 763,29 | + 6,0 | 59 | 763,00 | + 7,2 | 59 | 763,99 | + 5,2 | 73 | + 7,8 | + 0,0 | Tres-beau. | E. |
| 31 | 764,24 | + 6.5 | 71 | 763,00 | + 9,2 | 63 | 761,62 | + 8,0 | 56 | 761,63 | + 3 8 | 80 | + 7,3 | + 2,7 | Nnuageux. | N. E. |
| 1 | 749,07 | + 7,4 | 80 | 748,76 | + 9,7 | 75 | 747 77 | + 8,8 | 76 | 747,09 | + 6,0 | 84 | + 9,8 | + 4,7 | Moyennes du 1 au 10. | |
| 2 | 752,23 | + 6,6 | 80 | 752,24 | + 9,2 | 73 | 751,82 | + 8,3 | 76 | 752,97 | + 5,9 | 83 | + 9,8 | + 3,3 | Moyennes du 11 au 20. | |
| 3 | 758,69 | + 6,0 | 78 | 757,99 | + 8,0 | 69 | 757,12 | + 8,8 | 68 | 758,51 | + 4,6 | 81 | + 9,3 | + 2,1 | Moyennes du 21 au 31. | |
| | 753,50 | + 6,7 | 79 | 753,16 | + 8,9 | 72 | 752,39 | + 8,7 | 73 | 753,04 | + 5,5 | 83 | + 9,6 | + 3,3 | Moyennes du mois | + 6,5. |

# SUITE

## *Des Recherches sur la Mesure des Températures, et sur les Lois de la communication de la chaleur.*

Par MM. Dulong et Petit.

### *Du Refroidissement dans l'air et dans les gaz.*

Les lois du refroidissement dans le vide étant connues, rien n'est plus simple que de séparer du refroidissement total d'un corps environné d'air ou d'un autre gaz la portion de l'effet due au contact du fluide : il suffit évidemment pour cela de retrancher des vitesses de refroidissement réelles celles qui auraient lieu si, toutes choses égales d'ailleurs, le corps était placé dans le vide. Cette soustraction peut très-aisément s'opérer maintenant que nous avons une formule qui représente ces vitesses avec une grande exactitude et pour tous les cas possibles. Nous pouvons donc déterminer l'énergie du refroidissement dû au seul contact des fluides, et telle qu'elle s'observerait immédiatement si les corps pouvaient être privés de la faculté de rayonner. Cette partie de notre travail exigeait un nombre très-considérable d'expériences, puisque les lois que nous cherchions à découvrir devaient être étudiées sur des gaz différens, et, pour chacun d'eux, à des pressions et à des températures diverses. Chaque expérience a été faite et calculée comme nous l'avons expliqué plus haut : aussi nous bornerons-

nous encore à rapporter les résultats moyens de ces diverses observations.

La première question dont nous devions nous occuper était de rechercher si les modifications de la surface des corps, qui exercent sur le rayonnement une si puissante influence, apporteraient aussi quelque changement dans les pertes de chaleur occasionnées par le contact des fluides. Il suffisait pour cela d'observer le refroidissement de notre thermomètre dans un gaz d'une élasticité et d'une température déterminées, d'abord en conservant à la boule sa surface vitreuse et naturelle, et ensuite en la recouvrant d'une feuille d'argent.

De toutes les expériences qui ont eu cette comparaison pour objet, nous ne citerons que les deux suivantes :

Dans la première, nous avons observé le refroidissement du plus gros de nos deux thermomètres dans le ballon contenant de l'air à la pression de $0^{m},72$ et à la température de 20°.

Premier cas. Le thermomètre ayant sa surface naturelle.

| Excès de température du thermomètre à surface vitreuse. | Vitesses totales de refroidissement de ce thermomètre. | Vitesses de refroidissement qui auraient lieu dans le vide. | Différences, ou vitesses de refroidissem. dues à l'air seul. |
|---|---|---|---|
| 200° ; | 14°,04 ; | 8°,56 ; | 5°,48 ; |
| 180 ; | 11,76 ; | 7,01 ; | 4,75 ; |
| 160 ; | 9,85 ; | 5,68 ; | 4,17 ; |
| 140 ; | 8,05 ; | 4,54 ; | 3,51 ; |
| 120 ; | 6,46 ; | 3,56 ; | 2,90 ; |
| 100. | 4,99. | 2,72. | 2,27. |

Deuxième cas. Le thermomètre ayant sa surface argentée.

| Excès de température du thermomètre à surface argentée. | Vitesses totales de refroidissement de ce thermomètre. | Vitesses de refroidissement qui auraient lieu dans le vide. | Différences, ou vitesses de refroidissem. dues à l'air seul. |
|---|---|---|---|
| 200° ; | 6°,93 ; | 1°,50 ; | 5°,43 ; |
| 180 ; | 6,02 ; | 1,23 , | 4,79 ; |
| 160 ; | 5,19 ; | 1,00 ; | 4,19 ; |
| 140 ; | 4,32 ; | 0,80 ; | 3,52 ; |
| 120 ; | 3,50 ; | 0,62 ; | 2,88 ; |
| 100. | 2,80. | 0,48. | 2,32. |

On voit, en comparant les dernières colonnes des deux tableaux précédens, que les nombres correspondans ne présentent que des différences très-petites qu'on doit raisonnablement attribuer aux erreurs des expériences. L'air enlève donc, toutes choses égales d'ailleurs, la même quantité de chaleur aux surfaces vitreuses et aux surfaces métalliques.

Les deux tableaux suivans renferment tous les élémens d'une comparaison semblable faite sur le gaz hydrogène : on a seulement substitué le petit thermomètre au grand.

L'expérience a été faite à 20°, le gaz ayant une élasticité de $0^{m},74$.

Premier cas. Le thermomètre ayant sa surface naturelle.

| Excès de température du thermomètre à surface vitreuse. | Vitesses totales de refroidissement de ce thermomètre. | Vitesses de refroidissement qui auraient lieu dans le vide. | Différ. ou vitess. de refroidissem. dues à l'hydrog. seul. |
|---|---|---|---|
| 80° ; | 22°,96 ; | 5°,03 ; | 17°,93 ; |
| 60 ; | 16,14 ; | 3,54 ; | 12,60 ; |
| 40 ; | 9,87 ; | 2,18 ; | 7,69 ; |
| 20. | 4,28. | 0,95. | 3,33. |

Deuxième cas. Le thermomètre ayant sa surface argentée.

| Excès de température du thermomètre à surface argentée. | Vitesses totales de refroidissement de ce thermomètre. | Vitesses de refroidissement qui auraient lieu dans le vide. | Différ. ou vitess. de refroidissem. dues à l'hydrog. seul. |
|---|---|---|---|
| 80° ; | 19°,59 ; | 1°,77 ; | 17°,82 ; |
| 60 ; | 13,97 ; | 1,29 ; | 12,68 ; |
| 40 ; | 8,62 ; | 0,87 ; | 7,75 ; |
| 20. | 3,74. | 0,37. | 3,37. |

Cette comparaison donne pour l'hydrogène un résultat semblable à celui de l'air. L'égalité dont il s'agit se trouvant ainsi vérifiée pour des surfaces qui diffèrent autant que le verre et l'argent par leurs pouvoirs émissifs, et pour des gaz aussi différens que l'air et l'hydrogène, il est naturel de généraliser ce résultat et d'en déduire la loi suivante : *Les pertes de chaleur dues au contact d'un gaz sont, toutes choses égales d'ailleurs, indépendantes de l'état de la surface du corps qui se refroidit.*

Cette loi remarquable de la communication de la chaleur a déjà été admise par M. Leslie ; mais cet habile physicien ne l'a présentée que comme une conséquence vraisemblable de deux expériences indirectes, qui se réduisent à prouver que l'état de la surface n'a plus qu'une influence très-faible sur la durée du refroidissement total dans les circonstances où le rayonnement ne peut plus contribuer, que pour une portion très-petite, à la perte de chaleur. C'est, par exemple, ce qui a lieu lorsqu'un corps échauffé est exposé à un vent très-violent, ou bien lorsqu'il est plongé dans un liquide. Quelqu'ingénieuses que soient de pareilles expériences, elles ne suppléent jamais complètement à des observations directes ; et dans

le cas dont il s'agit, n'aurait-il pas été possible, par exemple, de supposer qu'une propriété reconnue à l'air animé d'une grande vitesse ne s'appliquerait qu'avec des restrictions à l'air en repos ? Ce doute serait encore plus fondé, ou plutôt il se changerait en certitude, si l'on admettait avec M. Leslie que l'air en repos enlève aux corps leur chaleur par deux moyens très-différens, savoir : par une propriété conductrice, telle qu'on la conçoit dans les solides, et par le renouvellement du fluide dû au courant ascendant. Notre procédé, en nous permettant d'abord de constater une pareille loi dans les différens gaz, dissipe en outre tous les doutes que laissaient subsister encore les expériences de M. Leslie. C'est une des occasions où l'on peut le mieux juger des avantages de la méthode uniforme dont nous avons fait usage.

Le principe que nous venons d'établir étant bien vérifié, nous avons pu nous borner, dans la suite de notre travail, à observer le refroidissement du thermomètre à boule nue dans l'air et dans les différens gaz. Désormais nous ne rapporterons plus dans nos tableaux que les effets dûs seulement au contact du gaz : ils ont toujours été calculés, comme nous l'avons dit précédemment, en retranchant des vitesses totales de refroidissement celles qui auraient eu lieu dans les mêmes circonstances si le thermomètre se fût refroidi dans le vide.

Nous allons maintenant entrer dans l'examen des diverses circonstances qui peuvent modifier l'action des fluides élastiques dans la production du phénomène qui nous occupe. Nous étudierons l'influence de chacune de ces causes d'abord sur l'air, ensuite sur l'hydrogène, l'acide carbonique et le gaz oléfiant. On a fait choix des

deux premiers à raison de la grande différence de leurs propriétés physiques. L'air et le gaz oléfiant offraient, au contraire, le rapprochement curieux de deux gaz de densités presqu'égales, mais de composition chimique très-différente.

L'exemple de l'influence qu'a sur le refroidissement dans le vide la température plus ou moins élevée de l'enceinte nous a naturellement conduits à examiner, en premier lieu, si la température du gaz ne produirait pas un effet analogue sur les quantités de chaleur qu'il enlève. Il est inutile de dire que de pareilles expériences n'avaient point encore été tentées, les physiciens qui se sont occupés de questions de ce genre ayant toujours supposé que les vitesses de refroidissement ne dépendent que des excès de température.

Sans nous arrêter au détail de nos premières tentatives, nous rapporterons tout de suite les tableaux où la loi se manifeste d'elle-même. Dans les expériences dont il s'agit, on a fait varier la température du gaz en échauffant convenablement l'eau du ballon; mais on laissait en même temps le gaz se dilater, de manière qu'il conservât, dans chaque cas, la même élasticité. Le tableau suivant contient les résultats d'une pareille série d'observations faites sur l'air.

| Excès de température du thermomètre sur l'air environnant. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air à la pression $0^m,72$, et à la temp. 20°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air à la pression $0^m,72$, et à la temp. 40°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air à la pression $0^m,72$, et à la temp. 60°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air à la pression $0^m,72$, et à la temp. 80°. |
|---|---|---|---|---|
| 200° ; | 5°,48 ; | 5°,46 ; | . . . . | . . . . |
| 180 ; | 4,75 ; | 4,70 ; | 4°,79 ; | . . . . |
| 160 ; | 4,17 ; | 4,16 ; | 4,20 ; | 4°,13 ; |
| 140 ; | 3,51 ; | 3,55 ; | 3,55 ; | 3,49 ; |
| 120 : | 2,90 ; | 2,93 ; | 2,94 ; | 2,88 ; |
| 100 ; | 2,27 ; | 2,28 ; | 2,24 ; | 2,25 ; |
| 80 ; | 1,77 ; | 1,73 ; | 1,71 ; | 1,78 ; |
| 60. | 1,23. | 1,19. | 1,18. | 1,20. |

L'inspection seule de ce tableau nous montre que les vitesses de refroidissement sont restées les mêmes dans chacune des quatre séries pour les mêmes excès de température. Cette loi simple était trop importante pour qu'on ne cherchât pas à la vérifier sur d'autres gaz. Le tableau suivant offre une comparaison semblable pour le gaz hydrogène, qu'on a porté successivement à 20°, 40°, 60°, 80°. La tension a été, dans chacune des expériences, de $0^m,72$.

| Excès de température du thermomètre sur le gaz environnant. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz sous la press. $0^m,72$, à la temp. 20°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz sous la press. $0^m,72$, à la tempér. 40°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz à la pression $0^m,72$, à la tempér. 60°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz à la pression $0^m,72$, à la tempér. 80°. |
|---|---|---|---|---|
| 160° ; | 14°,26 ; | 14°,08 ; | 14°,18 ; | . . . . |
| 140 ; | 12,11 ; | 12,16 ; | 12,12 ; | 12°,08 ; |
| 120 ; | 10,10 ; | 10,13 ; | 10,20 ; | 10,19 ; |
| 100 ; | 7,98 ; | 7,83 ; | 8,03 ; | 8,05 ; |
| 80 ; | 6,06 ; | 5,97 ; | 6,01 ; | 6,00 ; |
| 60. | 4,21. | 4,17. | 4,18. | 4,20. |

Ce tableau conduit à la même conséquence que le précédent. Pour faire voir qu'elle s'étend à tous les gaz, quelles que soient leur nature et leur densité, nous réunissons ici les résultats d'expériences semblables sur l'acide carbonique, à la pression 0m,72, et sur l'air dilaté, à la pression 0m,36.

| Excès de température du thermomètre sur les gaz environnans. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'acide carbonique sous la press. 0m,72, et temp. 20°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'acide carbonique sous la press. 0m,72, et temp. 40°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'acide carbonique sous la press. 0m,72, et temp. 60°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'acide carbonique sous la press. 0m,72, et temp. 80°. |
|---|---|---|---|---|
| 200°; | 5°,25; | 5°,17; | .... | .... |
| 180; | 4,57; | 4,63; | 4°,52; | .... |
| 160; | 4,04; | 4,06; | 3,97; | 4°,10; |
| 140; | 3,39; | 3,39; | 3,34; | 3,43; |
| 120; | 2,82; | 2,80; | 2,79; | 2,83; |
| 100. | 2,22. | 2,18. | 2,21. | 2,20. |

| Excès de température du thermomètre sur l'air environnant. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air sous la press. 0m,36, et temp. 20°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air sous la press. 0m,36, et temp. 40°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air sous la press. 0m,36, et temp. 60°. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air sous la press. 0m,36, et temp. 80°. |
|---|---|---|---|---|
| 200°; | 4°,01; | 4°,10; | .... | .... |
| 180; | 3,52; | 3,50; | 3°,55; | .... |
| 160; | 3,03; | 2,99; | 3,04; | 3°,09; |
| 140; | 2,62; | 2,57; | 2,62; | 2,66; |
| 120; | 2,12; | 2,16; | 2,14; | 2,15; |
| 100. | 1,69. | 1,71. | 1,67. | 1,73. |

De toutes ces comparaisons, on peut déduire la loi suivante :

*La vitesse de refroidissement d'un corps, due au contact seul d'un gaz, dépend, pour un même excès de température, de la densité et de la température du fluide; mais cette dépendance est telle que la vitesse du refroidissement reste la même si la densité et la température du gaz changent de manière que l'élasticité reste constante.*

Dans les recherches sur le refroidissement par les gaz, on peut, d'après cela, n'avoir égard qu'à leur élasticité : c'est donc l'influence de ce dernier élément qu'il s'agit d'apprécier.

Pour y parvenir, nous avons déterminé, pour chaque gaz, à des élasticités différentes, les vitesses de refroidissement pour les mêmes excès de température; nous ne rapporterons de chacune de ces séries d'expériences que ce qui sera nécessaire pour mettre en évidence la loi à laquelle nous sommes parvenus.

Commençons par l'air.

Le tableau suivant renferme les vitesses correspondantes de refroidissement dues au contact de l'air seul, sous les pressions $0^m,72$..... $0^m,36$..... $0^m,18$..... $0^m,09$..... $0^m,045$, c'est-à-dire, sous des pressions décroissant comme les nombre $1$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$.

| Excès de tempér. du thermomèt. sur l'air environn. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air à la pression $0^m,72$. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air à la pression $0^m,36$. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air à la pression $0^m,18$. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air à la pression $0^m,09$. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air à la pression $0^m,045$. |
|---|---|---|---|---|---|
| 200° ; | 5°,48 ; | 4°,01 ; | 2°,95 ; | 2°,20 ; | 1°,59 ; |
| 180 ; | 4,75 ; | 3,52 ; | 2,61 ; | 1,90 ; | 1,37 ; |
| 160 ; | 4,17 ; | 3,03 ; | 2,21 ; | 1,62 ; | 1,20 ; |
| 140 ; | 3,51 ; | 3,62 ; | 1,91 ; | 1,40 ; | 1,02 ; |
| 120 ; | 2,90 ; | 2,12 ; | 1,57 ; | 1,15 ; | 0,84 ; |
| 100 ; | 2,27 ; | 1,69 ; | 1,23 ; | 0,90 ; | 0,65 ; |
| 80 ; | 1,77 ; | 1,29 ; | 0,96 ; | 0,70 ; | 0,52 ; |
| 60 ; | 1,23 ; | 0,90. | 0,65. | 0,48. | 0,35. |
| 40 ; | 0,75 ; | | | | |
| 20. | 0,32. | | | | |

Si l'on prend les rapports des nombres correspondans de la deuxième et de la troisième colonne, on trouve que leurs valeurs, en commençant par le haut, sont :

1,37... 1,35... 1,37... 1,34... 1,37... 1,34... 1,37... 1,36.

On a pareillement pour les rapports entre les nombres contenus dans la troisième et quatrième colonne :

1,36... 1,35... 1,37... 1,37... 1,35... 1,37... 1,34... 1,37.

Pour les rapports entre les nombres de la quatrième et de la cinquième colonne :

1,34... 1,37... 1,36... 1,36... 1,37... 1,36... 1,37... 1,35.

Enfin, on trouve, en divisant les termes de la cinquième colonne par ceux de la sixième :

1,38... 1,38... 1,35... 1,37... 1,36... 1,37... 1,35... 1,37.

Les petites irrégularités que présentent tous ces rapports répondant, dans les nombres qui ont servi pour les déterminer, à des différences moindres que les incertitudes des observations, nous sommes en droit d'en tirer les conclusions suivantes :

1°. *La loi suivant laquelle la vitesse de refroidissement par le contact de l'air varie avec les excès de température, reste la même, quelle que soit l'élasticité de l'air.*

2°. *L'élasticité de l'air variant en progression géométrique, son pouvoir refroidissant change aussi en progression géométrique, de telle manière que quand le rapport de la première progression géométrique est 2, celui de la seconde est 1,366, moyenne entre tous les nombres rapportés plus haut.*

On pensera facilement que ce n'est qu'après beaucoup d'essais que nous avons reconnu la loi que nous venons d'énoncer ; mais une fois vérifiée pour l'air, il était naturel de l'essayer sur les autres gaz : nous allons rapporter les tableaux d'observations relatifs à chacun d'eux.

Commençons par l'hydrogène.

| Excès de tempér. du thermomèt. sur les gaz environn. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'hydrog. sous la pression 0m,72. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'hydr. sous la pression 0m,36. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'hydr. sous la pression 0m,18. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'hydr. sous la pression 0m,09. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'hydr. sous la pression 0m,045. |
|---|---|---|---|---|---|
| 180° ; | 16°,59 ; | 12°,86 ; | 9°,82 ; | 7°,49 ; | 5°,81 ; |
| 160 ; | 14,26 ; | 10,97 ; | 8,37 ; | 6,49 ; | 4,95 ; |
| 140 ; | 12,11 ; | 9,24 ; | 7,11 ; | 5,47 ; | 4,24 ; |
| 120 ; | 10,10 ; | 7,83 ; | 5,99 ; | 4,64 ; | 3,51 ; |
| 100 ; | 7,98 ; | 6,23 ; | 4,72 ; | 3,63 ; | 2,80 ; |
| 80 ; | 6,06 ; | 4,62 ; | 3,58 ; | 2,77 ; | 2,09 ; |
| 60. | 4,21. | 3,21. | 2,48. | 1,88. | 1,46. |

Les rapports entre les nombres de la deuxième et la troisième colonne sont :

1,29.... 1,30.... 1,31.... 1,29.... 1,28.... 1,31.... 1,31.

Les rapports entre les nombres de la troisième et de la quatrième colonne sont :

1,31.... 1,31.... 1,30.... 1,31.... 1,32.... 1,29.... 1,29.

Les rapports des nombres de la quatrième et de la cinquième colonne sont :

1,31.... 1,29.... 1,30.... 1,29.... 1,30.... 1,29.... 1,32.

Les rapports des nombres de la cinquième et de la sixième colonne sont :

1,29.... 1,31.... 1,29.... 1,32.... 1,30.... 1,32.... 1,29.

L'égalité presque parfaite de ces nombres nous fournit donc un résultat analogue à celui qui est relatif à l'air. Ainsi :

1°. *La loi suivant laquelle les vitesses de refroidissement dues au contact seul de l'hydrogène dépendent des excès de température, est la même, quelle que soit l'élasticité de ce gaz.*

2°. *Le pouvoir refroidissant de l'hydrogène décroît suivant une progression géométrique dont le rapport est 1,301, quand son élasticité diminue en progression géométrique, dont le rapport est 2.*

Nous sommes arrivés aux mêmes conséquences pour l'acide carbonique et le gaz oléfiant. On peut aisément les vérifier dans les deux tableaux suivans, disposés pour chacun de ces gaz, comme ceux que nous avons rapportés plus haut pour l'air et l'hydrogène.

| Excès de tempér. du thermomèt. sur l'acide carbonique environn. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'acide carbonique à la press. 0m,72. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'acide carbonique à la press. 0m,36. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'acide carbonique à la press. 0m,18. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'acide carbonique à la press. 0m,09. | Vitesses de refroidiss. due au contact seul de l'acide carbonique à la press. 0m,045. |
|---|---|---|---|---|---|
| 200°; | 5°,25; | 3°,64; | 2°,56; | 1°,79; | 1°,25; |
| 180; | 4,57; | 3,22; | 2,25; | 1,56; | 1,09; |
| 160; | 4,04; | 2,80; | 1,97; | 1,37; | 0,95; |
| 140; | 3,39; | 2,38; | 1,65; | 1,17; | 0,80; |
| 120; | 2,82; | 1,97; | 1,36; | 0,95; | 0,67; |
| 100; | 2,22; | 1,55; | 1,08; | 0,76; | 0,52; |
| 80; | 1,69; | 1,17; | 0,82; | 0,57; | 0,40; |
| 60. | 1,18. | 0,82. | 0,57. | 0,40. | 0,28. |

| Excès de tempér. du thermomèt. sur le gaz oléfiant environn. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz oléfiant à la press. 0m,72. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz oléfiant à la press. 0m,36. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz oléfiant à la press. 0m,18. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz oléfiant à la press. 0m,09. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz oléfiant à la press. 0m,045. |
|---|---|---|---|---|---|
| 200° ; | 7°,41 ; | 5°,18 ; | 3°,64 ; | 2°,58 ; | 1°,84 ; |
| 180 ; | 6,45 ; | 4,57 ; | 3,17 ; | 2,22 ; | 1,59 ; |
| 160 ; | 5,41 ; | 3,86 ; | 2,72 ; | 1,89 ; | 1,34 ; |
| 140 ; | 4,70 ; | 3,31 ; | 2,35 ; | 1,63 ; | 1,18 ; |
| 120 ; | 3,84 ; | 2,76 ; | 1,92 ; | 1,35 ; | 0,96 ; |
| 100 ; | 3,12 ; | 2,21 ; | 1,55 ; | 1,08 ; | 0,78 ; |
| 80. | 2,34. | 1,62. | 1,15. | 0,79. | 0,62. |

*Moyenne de tous les rapports.*

Pour l'acide carbonique = 1,431 ;
Pour le gaz oléfiant = 1,415.

On peut donc, de tout ce qui précède, tirer les conséquences suivantes :

1°. *Les pertes de chaleur dues au contact d'un gaz croissent avec les excès de température, suivant une loi qui reste la même, quelle que soit l'élasticité du gaz.*

2°. *Les pouvoirs refroidissans d'un même gaz varient en progression géométrique, les élasticités variant elles-mêmes en progression géométrique ; et si l'on suppose le rapport de cette seconde progression égal à* 2, *le rapport de la première sera* 1,366 *pour l'air ;* 1,301 *pour l'hydrogène ;* 1,431 *pour l'acide carbonique, et* 1,415 *pour le gaz oléfiant.* Ce résultat peut encore être énoncé d'une manière plus simple, et à laquelle on est conduit par le calcul suivant.

Si l'on appelle *P* le pouvoir refroidissant de l'air à la

pression $p$, ce pouvoir deviendra $P\,(1{,}366)$ à la pression $2p$ ; $P\,(1{,}366)^2$ à la pression $4p$; et enfin, à une pression $p.\,2^n$, il serait $P\,(1{,}366)^n$, faisant $p.\,2^n = p'$ et $P\,(1{,}366)^n = P'$. On aura évidemment, en éliminant $n$:

$$\frac{\text{Log. } P' - \text{log. } P.}{\text{Log. } (1{,}366).} = \frac{\text{Log. } p' - \text{log. } p}{\text{Log. } 2.}$$

D'où, en remontant aux nombres :

$$\frac{P'}{P} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{0{,}45.}$$

On trouverait pareillement pour l'hydrogène :

$$\frac{P'}{P} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{0{,}38.}$$

Pour l'acide carbonique, l'exposant serait 0,517, et pour le gaz oléfiant, 0,501.

De là, on conclut que le pouvoir refroidissant d'un gaz est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnel à une certaine puissance de son élasticité ; mais que l'exposant de cette puissance varie d'un gaz à un autre. Il est 0,38 pour l'hydrogène, 0,45 pour l'air, 0,517 pour l'acide carbonique, et 0,501 pour le gaz oléfiant. Ces trois derniers nombres différant peu de 0,5, on peut dire que, dans les gaz auxquels ils se rapportent, le pouvoir refroidissant est à-peu-près proportionnel à la racine carrée de l'élasticité.

Si l'on compare la loi que nous venons d'énoncer aux lois approximatives proposées sur le même sujet, mais dans le cas de l'air seulement, par MM. Leslie et Dalton, on pourra juger de l'erreur dans laquelle les ont entraînés l'inexactitude des suppositions qui servent de base à tous leurs calculs, et le peu de précision que com-

portent les procédés dont ils ont fait usage. En effet, le premier, par des expériences photométriques, calculées au moyen de la loi de Newton, trouve le pouvoir refroidissant de l'air proportionnel à la racine cinquième de la densité, et M. Dalton le trouve proportionnel à la racine cubique, en supposant, comme il le fait par-tout, la loi du refroidissement total la même pour tous les corps et dans tous les gaz.

Maintenant qu'on connaît l'influence qu'exerce sur le refroidissement la température et la densité du gaz dans lequel il a lieu, il reste à découvrir comment, pour un état donné d'un fluide, les vitesses de refroidissement dépendent des excès de température.

Nous avons déjà reconnu que la loi qui exprime cette dépendance reste la même pour un même gaz lorsque son élasticité vient à changer. Voyons maintenant ce qui arrive quand on passe d'un gaz à un autre, et pour cela reprenons, dans les tableaux précédens, les vitesses de refroidissement dues au contact seul de l'air, de l'hydrogène, de l'acide carbonique et du gaz oléfiant, les quatre fluides étant sous la pression 0,72.

| Excès de température du thermomètre sur le fluide environnant. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'air sous la press. $0^m,72$. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'hydrog. sous la press. $0^m,72$. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul de l'ac. carb. sous la press. $0^m,72$. | Vitesses de refroidiss. dues au contact seul du gaz oléfiant sous la press. $0^m,72$. |
|---|---|---|---|---|
| 200°; | 5°,48; | . . . . | 5°,25; | 7°,41; |
| 180; | 4,75: | 16°,59; | 4,57; | 6,45; |
| 160; | 4,17; | 14,26; | 4,04; | 5,41; |
| 140; | 3,51; | 12,11, | 3,39; | 4,70; |
| 120; | 2,90; | 10,10; | 2,82; | 3,84; |
| 100; | 2,27; | 7,98; | 2,22; | 3,12; |
| 80. | 1,77. | 6,06. | 1,69. | 2,34. |

En divisant les nombres de la troisième colonne par ceux de la seconde, on trouve, pour les rapports entre les pertes par l'hydrogène et les pertes par l'air :

3,49..... 3,42..... 3,45..... 3,48..... 3,51..... 3,43.

Et comme il suffirait, pour rendre ces rapports égaux, d'altérer les vitesses qui ont servi à les déterminer, de quantités au-dessous des limites d'incertitude que comportent toujours les observations, on peut en conclure que la loi cherchée est la même pour l'hydrogène et pour l'air.

On arrivera à une conséquence semblable pour les deux autres gaz, en prenant les rapports des vitesses de refroidissement qu'ils produisent, aux vitesses correspondantes produites par l'air ; on trouve pour l'acide carbonique la série de nombres :

0,958... 0,962.... 0,968... 0,965... 0,972... 0,977... 0,955.

Et pour le gaz oléfiant :

1,35... 1,36... 1,30... 1,33... 1,32... 1,37... 1,32.

La loi du refroidissement produit par le seul contact d'un gaz est donc indépendante de la nature et de la densité de ce gaz, et la comparaison de l'une quelconque des séries rapportées plus haut, avec une série analogue de refroidissement dans le vide, montre avec évidence que la loi que nous cherchons diffère de celle du rayonnement. Après un grand nombre de tentatives dont il serait superflu de rendre compte, nous avons trouvé que les vitesses de refroidissement dues au contact seul d'un gaz varient, avec les excès de température du corps, suivant une loi analogue à celle qui lie le pouvoir refroi-

dissant d'un fluide à son élasticité, c'est-à-dire, que les quantités de chaleur qu'un gaz enlève à un corps croissent en progression géométrique, les excès de température de ce corps croissant aussi en progression géométrique. Le rapport de cette dernière progression étant 2, celui de la première est 2,35; on en déduit aussi, par un calcul semblable à ceux que nous avons fait précédemment, que les pertes de chaleur dues au contact d'un gaz sont proportionnelles aux excès de température du corps, élevés à la puissance 1,233.

Pour mettre à même de juger de l'exactitude de cette loi, nous rapporterons, dans le tableau suivant, les vitesses de refroidissement produites par le contact de l'air à $0^m,72$ de pression, la deuxième colonne contenant les valeurs observées de ces vitesses, et la troisième leurs valeurs déduites de la loi que nous venons d'énoncer.

| Excès de température. | Vitesses observées. | Vitesses calculées. |
|---|---|---|
| 200°; | 5°,48; | 5°,45; |
| 180; | 4,75; | 4,78; |
| 160; | 4,17; | 4,14; |
| 140; | 3,51; | 3,51; |
| 120; | 2,90; | 2,91; |
| 100; | 2,27; | 2,31; |
| 80; | 1,77; | 1,76; |
| 60; | 1,23; | 1,24; |
| 40; | 0,77; | 0,75; |
| 20. | 0,33. | 0,32. |

Il est inutile de rapporter les comparaisons semblables que nous avons faites sur les autres gaz, et chacune des pressions auxquelles nous avons opéré; car nous avions reconnu plus haut que les séries relatives à chacun d'eux suivent exactement la même loi que pour l'air, et que cette

loi s'observe à toutes les pressions. Au reste, les comparaisons dont nous parlons nous ont donné des résultats aussi satisfaisans que la précédente, et c'est d'ailleurs ce qu'on peut vérifier immédiatement sur chacune des séries d'observation que nous avons fait connaître.

Pour obtenir actuellement une expression générale de la vitesse de refroidissement due au contact d'un fluide, il est nécessaire de rassembler toutes les lois particulières que nous venons d'établir. Or, la première nous apprend que l'état de la surface du corps n'a aucune influence sur la quantité de chaleur qu'un fluide lui enlève, et la seconde prouve que la densité et la température de ce fluide n'affectent le refroidissement qu'autant qu'elles concourent à faire varier la pression; en sorte que le pouvoir refroidissant de ce fluide ne dépend en définitif que de son élasticité. Cette élasticité et l'excès de température du corps sont donc les deux seuls élémens qui puissent faire varier la vitesse du refroidissement. En désignant le premier de ces élémens par $p$, et le second par $t$, on aura, pour la vitesse $V$ du refroidissement par le contact d'un fluide :

$$V = m.p^c.t^b;$$

$b$ étant, pour tous les gaz et pour tous les corps, égal à 1,233; $c$ étant aussi le même pour tous les corps, mais variant d'un gaz à un autre, et $m$ ayant une valeur qui change avec la nature du gaz et avec les dimensions du corps. Les valeurs de $c$ sont, comme nous l'avons trouvé, 0,45 pour l'air, 0,38 pour l'hydrogène, 0,517 pour l'acide carbonique, et 0,501 pour le gaz oléfiant. Les valeurs de $m$ dépendent, ainsi que nous l'avons dit,

des dimensions du corps et de la nature du gaz. Pour notre thermomètre, $m$ est égal à 0,00919 dans l'air, à 0,0318 dans l'hydrogène, à 0,00887 dans l'acide carbonique, et à 0,01227 dans le gaz oléfiant. (Ces valeurs de $m$ supposent $p$ exprimé en mètres, et $t$ en degrés centigrades.) On pourrait, à l'aide de la valeur précédente de $V$, calculer les rapports des pouvoirs refroidissans des différens gaz pour chaque pression. Ainsi, en prenant pour unité le pouvoir refroidissant de l'air et supposant la pression $=0^{m},76$, on a, pour le pouvoir refroidissant de l'hydrogène, 3,45, et pour celui de l'acide carbonique, 0,965. Ces nombres changeraient avec l'élasticité supposée aux trois gaz; c'est ce que MM. Leslie et Dalton n'ont pas aperçu, et ce qu'on déduit aisément de notre formule. Néanmoins leurs déterminations s'éloignent peu de celles que nous venons de calculer pour la pression $0^{m},76$. On déduirait encore des rapports peu différens de ceux-là, d'expériences faites plus récemment par sir H. Davy.

La simplicité de la loi générale que nous venons de faire connaître nous faisait vivement desirer de pouvoir la vérifier à des températures plus élevées que celles que nous avions atteintes dans nos expériences : nous y sommes parvenus par un procédé très-simple dont l'idée est due à M. Leslie.

Lorsque notre thermomètre à surface vitreuse se refroidit à l'air libre, la vitesse totale de ce refroidissement est la somme des vitesses dues séparément au contact de l'air et au rayonnement. En désignant celles-ci par $v$ et $v'$, la vitesse totale est $v+v'$. Si le thermomètre est argenté, la vitesse $v$ due à l'air reste la même pour une

même température, et $v'$ se réduit à $\frac{v'}{5,707}$, puisque le rapport constant des pouvoirs rayonnans du verre et de l'argent est 5,707. La vitesse totale de refroidissement du thermomètre argenté est donc $v+\frac{v'}{5,707}$. De là, il est aisé de conclure que, pour connaître à toutes les températures les pertes de chaleur produites par le contact de l'air, il suffit de déterminer les vitesses totales de refroidissement de notre thermomètre, d'abord en lui conservant sa surface naturelle, puis en la recouvrant d'une feuille d'argent : ces vitesses étant représentées par *a* et par *b*, on aura :

$$a=v+v' \qquad b=v+\frac{v'}{5,707};$$

$$\text{D'où : } v=\frac{5,707\times b-a}{4,707}.$$

Appliquons cette formule aux résultats contenus dans le tableau suivant :

| Excès de température du thermomètre. | Vitesses totales de refroidissement du thermomètre vitreux. | Vitesses totales de refroidissement du thermomètre argenté. | Valeurs de $v$. |
|---|---|---|---|
| 260° ; | 24°,42 ; | 10°,96 ; | 8°,10 ; |
| 240 ; | 21,12 ; | 9,82 ; | 7,41 ; |
| 220 ; | 17,92 ; | 8,59 ; | 6,61 ; |
| 200 ; | 15,30 ; | 7,57, | 5,92 ; |
| 180 ; | 13,04 ; | 6,57 ; | 5,19 ; |
| 160 ; | 10,70 ; | 5,59 ; | 4,50 ; |
| 140 ; | 8,75 ; | 4,61 ; | 3,73 ; |
| 120 ; | 6,82 ; | 3,80 ; | 3,11 ; |
| 100 ; | 5,57 ; | 3,06 ; | 2,53 ; |
| 80. | 4,15. | 2,32. | 1,93. |

La seconde et la troisième colonne contiennent les vitesses totales de refroidissement du thermomètre à surface vitreuse et à surface argentée pour les excès de température compris dans la première colonne. La dernière renferme les valeurs correspondantes de $v$, c'est-à-dire, les pertes de chaleur que le contact seul de l'air fait éprouver à chacun de ces thermomètres. Or, la loi que suivent ces pertes de chaleur est exprimée par l'équation :

$$v = m t^{1,233}$$

dans laquelle $m$ doit être déterminé dans chaque cas particulier. Pour celui que nous considérons, $m = 0,00857$. En donnant successivement à $t$ toutes les valeurs de 20 en 20, depuis 80 jusqu'à 260, on aura les valeurs correspondantes de $v$ qui différeront peu de celles qu'on a déduites de l'expérience. Pour rendre cette comparaison plus facile, nous avons réuni, dans le tableau suivant, les valeurs observées et les valeurs calculées de $v$.

| Excès de température. | Valeurs observées de $v$. | Valeurs calculées de $v$. |
|---|---|---|
| 260° ; | 8°,10 ; | 8°,14 ; |
| 240 ; | 7,41 ; | 7,38 ; |
| 220 ; | 6,61 ; | 6,63 ; |
| 200 ; | 5,92 ; | 5,89 ; |
| 180 ; | 5,19 ; | 5,17 ; |
| 160 ; | 4,50 ; | 4,47 ; |
| 140 ; | 3,73 ; | 3,79 ; |
| 120 ; | 3,11 ; | 3,14 ; |
| 100 ; | 2,53 ; | 2,50 , |
| 80. | 1,93. | 1,90. |

Ainsi, la loi des pertes de chaleur par l'air se trouve confirmée, en étendant nos observations à de plus grands

excès de température. Les résultats rapportés précédemment peuvent encore nous fournir le moyen de vérifier la loi du refroidissement dans le vide ; il suffit pour cela de retrancher des vitesses totales de refroidissement celles qui sont dues au seul contact de l'air, c'est-à-dire, les valeurs successives de $v$. Les restes seront évidemment les vitesses de refroidissement dues au rayonnement, ou, ce qui revient au même, celles qui auraient lieu dans le vide.

Nous rapportons ici les nombres ainsi déterminés pour le thermomètre à boule nue ; on y a joint les vitesses qui se déduisent de la loi du refroidissement dans le vide. On sait que la vitesse y est exprimée par

$$m\,(a^t - 1);$$

$t$ représentant l'excès de température du corps, $m$ un coefficient constant qu'on doit déterminer dans chaque cas, et qui est ici égal à 2,61 ; et enfin, $a$ désignant l'exposant 1,0077, commun à tous les corps.

| Excès de température. | Vitesses de refroidissement dans le vide déduites de l'obs. dans l'air libre. | Vitesses de refroidissement dans le vide par le calcul. |
|---|---|---|
| 260° ; | 16°,32 ; | 16°,40 ; |
| 240 ; | 13,71 ; | 13,71 ; |
| 220 ; | 11,31 ; | 11,40 ; |
| 200 ; | 9,38 ; | 9,42 ; |
| 180 ; | 7,85 ; | 7,71 ; |
| 160 ; | 6,20 ; | 6,25 ; |
| 140 ; | 5,02 ; | 4,99 ; |
| 120 ; | 3,93 ; | 3,92 ; |
| 100 ; | 3,04 ; | 2,99 ; |
| 80. | 2,22. | 2,20. |

On voit, par l'exemple que nous venons de donner, qu'on peut, par des observations immédiates de refroidissement dans l'air, évaluer séparément les pertes de chaleur dues au contact et au rayonnement, et qu'il faut, pour cela, observer le refroidissement du même corps pour deux états différens de sa surface; mais ce mode de calcul repose, d'une part, sur la supposition que la quantité de chaleur enlevée par l'air est indépendante de la nature de la surface du corps; et, en second lieu, sur ce principe que les corps de nature différente conservent à toutes les températures le même rapport entre leurs pouvoirs rayonnans. Ces deux propositions sont rigoureuses, mais ne pouvaient être constatées que par des expériences directes, comme celles que nous avons rapportées précédemment; et quoique M. Leslie les ait adoptées dans l'usage qu'il a fait du principe que nous venons d'exposer, ses résultats n'ont pas toute l'exactitude qu'on pourrait desirer, parce qu'il a toujours calculé les vitesses de refroidissement d'après la loi de Newton.

Les lois relatives à chacun des deux effets qui concourent au refroidissement d'un corps plongé dans un fluide étant séparément établies, il suffit de les rassembler pour en déduire la loi du refroidissement total.

La vitesse $v$ de ce refroidissement pour un excès $t$ de température sera donc exprimée par la formule

$$m\ (a^t - 1) + n t^b.$$

Les quantités $a$ et $b$ seront, pour tous les corps et dans tous les fluides, égales, la première à 1,0077, et la seconde à 1,233. Le coefficient $m$ dépendra de la grandeur et de la nature de la surface, ainsi que de la tempé-

rature absolue de l'enceinte. Le coefficient $n$, indépendant de cette température absolue, ainsi que de la nature de la surface du corps, variera avec l'élasticité et l'espèce de gaz dans lequel le corps sera plongé; et ces variations suivront les lois que nous avons précédemment établies.

Cette formule nous montre d'abord, comme nous l'avons annoncé au commencement de ce Mémoire, que la loi du refroidissement dans les fluides élastiques change avec la nature de la surface du corps. En effet, lorsque ce changement a lieu, les quantités $a$, $b$ et $n$ conservent leurs valeurs; mais le coefficient $m$ varie proportionnellement au pouvoir rayonnant de la surface. Si l'on représente sa nouvelle valeur par $m'$, la vitesse du refroidissement deviendra

$$m'(a^t - 1) + nt^b;$$

quantité qui ne reste pas proportionnelle à

$$m(a^t - 1) + nt^b,$$

lorsque $t$ change.

Examinons maintenant comment varie le rapport de ces deux vitesses, et supposons, pour fixer les idées, que $m$ soit plus grand que $m'$, c'est-à-dire, se rapporte au corps qui rayonne le plus.

On pourra d'abord s'assurer aisément, à l'aide des règles du calcul différentiel, que la fraction

$$\frac{m(a^t - 1) + nt^b}{m'(a^t - 1) + nt^b}$$

devient égale à $\frac{m}{m'}$, soit qu'on fasse $t = o$, ou $t = \infty$.

Si l'on suppose $t$ très-petit, la quantité $a^t - 1$ se réduit à log. $a\,t$, et le rapport précédent devient, en divisant par $t$ log. $a$,

$$\frac{m + \frac{n}{\log. a} \cdot t^{b-1}}{m' + \frac{n}{\log. a} \cdot t^{b-1}}.$$

Sous cette forme, il est évident que le rapport doit diminuer à mesure que $t$ augmente, $b$ étant plus grand que 1 ; mais, après avoir diminué, ce rapport augmentera, puisqu'il doit reprendre à l'infini la valeur qu'il a lorsque $t=o$. De là, il est facile de conclure ce principe, que nous avions établi au commencement de ce Mémoire, et qui revient à dire que lorsque l'on compare les lois du refroidissement dans deux corps de surface différente, la loi est plus rapide dans les basses températures pour le corps qui rayonne le moins, et moins rapide, au contraire, pour le même corps, dans les températures élevées.

C'est ce qu'on peut vérifier aisément dans le tableau suivant, où l'on a inscrit les vitesses de refroidissement du thermomètre nu, et du thermomètre argenté, ainsi que les rapports entre ces vitesses.

| Excès de température des thermomètres. | Vitesses de refroidissement du thermomètre à boule nue. | Vitesses de refroidissement du thermomètre à boule argentée. | Rapports entre ces vitesses. |
|---|---|---|---|
| 260° ; | 24°,42 ; | 10°,96 ; | 2,23 ; |
| 240 ; | 21,12 ; | 9,82 ; | 2,15 ; |
| 220 ; | 17,92 ; | 8,59 ; | 2,09 ; |
| 200 ; | 15,30 ; | 7,57 ; | 2,02 ; |
| 180 ; | 13,04 ; | 6,57 ; | 1,98 ; |
| 160 ; | 10,70 ; | 5,59 ; | 1,91 ; |
| 140 ; | 8,75 ; | 4,61 ; | 1,89 ; |
| 120 ; | 6,82 ; | 3,80 ; | 1,80 ; |
| 100 ; | 5,56 ; | 3,06 ; | 1,81 ; |
| 80 ; | 4,15 ; | 2,32 ; | 1,78 ; |
| 60 ; | 2,86 ; | 1,60 ; | 1,79 ; |
| 40 ; | 1,74 ; | 0,96 ; | 1,81 ; |
| 20 ; | 0,77 ; | 0,42 ; | 1,85 ; |
| 10. | 0,37. | 0,19. | 1,90. |

La seule inspection des nombres inscrits dans la dernière colonne confirme pleinement le fait énoncé plus haut. On y voit aussi les rapports des vitesses de refroidissement des deux thermomètres rester à très-peu près les mêmes pour les excès de température compris entre 40° et 120°. Cette circonstance, qui résulte évidemment de ce que les rapports dont il s'agit augmentent après avoir diminué, a probablement contribué à persuader à M. Dalton que la loi du refroidissement dans l'air devait être la même pour tous les corps. Si l'on poussait plus loin les séries rapportées précédemment, on trouverait que le rapport des vitesses de refroidissement, qui est déjà égal à 2,23 pour un excès de température de 260°, croît rapidement à mesure que cet excès augmente ; et qu'il se rapproche de plus en plus du nombre 5,707 auquel la fraction $\frac{m}{m'}$ est égale pour le cas du verre comparé à l'argent. On voit par là à quel point sont inexactes les conséquences que M. Leslie avait déduites de ses observations faites à de basses températures ; car ayant imaginé, ainsi que nous l'avons dit au commencement de ce Mémoire, que le rapport que nous avons déterminé plus haut continuerait toujours à diminuer, il avait supposé qu'il finirait par devenir presqu'égal à l'unité ; en sorte qu'à de hautes températures les pertes totales de chaleur des corps seraient à-peu-près indépendantes de l'état des surfaces. Au reste, les lois que ce physicien a proposées, celles qui l'ont été, soit par M. Dalton, soit très-antérieurement par Martine, peuvent toutes être réfutées par un seul argument. En effet, toutes ces lois font uniquement dépendre la vitesse du refroidissement de l'excès de température du corps sur

celle du milieu environnant, tandis que l'expérience prouve que, toutes choses égales d'ailleurs, cette vitesse change d'une manière très-notable avec la température du fluide qui entoure le corps.

Il est donc inutile d'entrer dans aucune discussion à ce sujet; car, en admettant que les lois dont nous venons de parler représentent les résultats de l'expérience dans les limites où elles ont été déterminées, il est certain, par tout ce qui précède, qu'en les étendant hors de ces limites, on arriverait à des résultats fort éloignés de la vérité.

On peut, par des considérations analogues à celles dont nous avons fait précédemment usage, déterminer de quelle manière la loi de refroidissement totale change pour un même corps avec la nature et la densité des gaz.

La vitesse totale du refroidissement est exprimée par

$$m\ (a^t - 1) + nt^b.$$

Si l'on considère un autre gaz ou le même gaz sous une autre densité, la vitesse de refroidissement sera, pour le même corps,

$$m\ (a^t - 1) + n't^b;$$

Car le coefficient $n$ est le seul qui doive changer dans ce cas.

En comparant ces deux expressions, on trouvera que leur rapport devient égal à l'unité, soit qu'on fasse $t = 0$ ou $t = \infty$; ainsi, les vitesses totales de refroidissement dans des gaz différens s'approchent de l'égalité pour des températures très-élevées et pour des températures très-basses; tandis que, dans la partie intermédiaire de l'échelle, ces vitesses peuvent être très-

différentes. Ce résultat suffit pour faire sentir toute l'inexactitude des procédés dont M. Dalton et M. Leslie se sont servi pour comparer les pertes de chaleur dues aux différens gaz; car ces procédés sont fondés sur la supposition que les vitesses totales de refroidissement dans des gaz différens conservent le même rapport à toutes les températures. Mais, par une circonstance très-singulière et sur laqnelle il est inutile d'insister, la température particulière à laquelle ils ont opéré rend très-faible l'erreur dont il s'agit, et qu'ils étaient loin d'attribuer à leur mode de calcul. Aussi leurs déterminations sont-elles, ainsi que nous l'avons dit plus haut, assez rapprochées, en les restreignant toutefois aux circonstances dans lesquelles elles ont été faites.

La nécessité d'évaluer séparément l'influence de chacune des causes qui modifient le progrès du refroidissement d'un corps ne nous ayant pas permis de rapprocher les unes des autres les lois diverses auxquelles nous sommes parvenus, nous avons pensé qu'une récapitulation sommaire serait d'autant plus utile, qu'on pourrait y rétablir l'ordre naturel que la description des expériences et la discussion des résultats nous ont souvent forcé d'interrompre.

En distinguant, comme nous l'avons fait, les pertes de chaleur dues séparément au contact des fluides et au rayonnement, on reconnaît bientôt que chacun de ces deux effets est assujetti à des lois particulières. Ces lois doivent exprimer les relations qui existent entre la température du corps et la vitesse de son refroidissement, pour toutes les circonstances dans lesquelles il peut se trouver. Il faut se rappeler que, par *vitesse de refroidis-*

*sement*, nous entendons toujours le nombre de degrés dont la température du corps s'abaisserait pendant un intervalle de temps infiniment petit et constant.

1re *Loi.* Si l'on pouvait observer le refroidissement d'un corps placé dans un espace vide terminé par une enceinte absolument dépourvue de chaleur ou privée de la faculté de rayonner, les vitesses de refroidissement décroîtraient en progression géométrique, lorsque les températures diminueraient en progression arithmétique.

2me *Loi.* Pour une même température de l'enceinte vide dans laquelle un corps est placé, ses vitesses de refroidissement, pour des excès de température en progression arithmétique, décroissent comme les termes d'une progression géométrique diminués d'un nombre constant. Le rapport de cette progression géométrique est le même pour tous les corps et égal à 1,0077.

3me *Loi.* La vitesse de refroidissement dans le vide, pour un même excès de température, croît en progression géométrique, la température de l'enceinte croissant en progression arithmétique. Le rapport de la progression est encore 1,0077 pour tous les corps.

4me *Loi.* La vitesse du refroidissement due au seul contact d'un gaz est entièrement indépendante de la nature de la surface des corps.

5me *Loi.* La vitesse de refroidissement due au seul contact d'un fluide varie en progression géométrique, l'excès de température variant lui-même en progression géométrique. Si le rapport de cette seconde progression est 2, celui de la première est 2,35, quelle que soit la nature du gaz et sa force élastique. Cette loi peut encore

s'énoncer en disant que la quantité de chaleur enlevée par un gaz est, dans tous les cas, proportionnelle à l'excès de la température du corps élevé à la puissance 1,233.

6me *Loi.* Le pouvoir refroidissant d'un fluide diminue en progression géométrique lorsque sa tension diminue elle-même en progression géométrique. Si le rapport de cette seconde progression est 2, le rapport de la première est 1,366 pour l'air, 1,301 pour l'hydrogène, 1,431 pour l'acide carbonique, 1,415 pour le gaz oléfiant.

On peut encore présenter cette loi de la manière suivante :

Le pouvoir refroidissant d'un gaz est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnel à une certaine puissance de la pression. L'exposant de cette puissance qui dépend de la nature du gaz est 0,45 pour l'air, 0,315 pour l'hydrogène, 0,517 pour l'acide carbonique, 0,501 pour le gaz oléfiant.

7me *Loi.* Le pouvoir refroidissant d'un gaz varie avec sa température, de telle manière que si ce gaz peut se dilater et qu'il conserve toujours la même force élastique, le pouvoir refroidissant se trouvera autant diminué par la raréfaction du gaz qu'il est augmenté par son échauffement; en sorte qu'il ne dépend en définitif que de sa tension.

On voit, par l'énoncé de chacune de ces propositions, que la loi totale du refroidissement qui se composerait de toutes les lois précédentes doit être très-compliquée : aussi n'essayons-nous pas de la traduire en langage ordinaire. Nous l'avons donnée, dans le courant du Mé-

moire, sous une forme mathématique qui permet d'en discuter toutes les conséquences. Nous nous contenterons de remarquer que c'est sans doute à l'extrême complication de cette loi qu'il faut attribuer le peu de succès des tentatives faites jusqu'à ce jour pour la découvrir. On ne pouvait évidemment y parvenir qu'en étudiant à part chacune des causes qui contribuent à l'effet total.

---

## SUITE

## *Des Recherches chimiques sur plusieurs Corps gras, et particulièrement sur leurs combinaisons avec les alcalis.*

PAR M. CHEVREUL.

### CHAPITRE IV.

### *De l'Acide delphinique.*

64. J'ai dit, n° 61, comment j'avais obtenu une combinaison de cet acide avec la baryte, et j'ai rapporté la détermination de la proportion des élémens de ce sel. Je vais exposer l'expérience d'où cette détermination a été conclue. Je fis sécher du delphinate de baryte jusqu'à ce qu'il ne perdît plus rien, puis je le fis chauffer dans une capsule de platine; il s'exhala une odeur aromatique que je ne puis rapporter qu'à celle qui s'exhale du butirate de baryte distillé, sans cependant dire que ces deux odeurs sont identiques. La cendre qu'on obtint fut neu-

tralisée par l'acide sulfurique. $0^g,216$ de delphinate de baryte ont donné $0^g,150$ de sulfate, qui représentent $0^g,099$ de baryte. Donc :

| | | |
|---|---|---|
| Acide, | 117 | 100 ; |
| Baryte, | 99 | 84,61. |
| | 216. | |

84,61 de baryte contenant 8,88 d'oxigène, il s'ensuit que 100 d'acide delphinique neutralisent cette quantité d'oxigène dans les bases salifiables.

65. Après plusieurs essais pour isoler l'acide delphinique de la baryte, j'ai adopté le procédé suivant : j'ai fait concentrer une solution aqueuse de delphinate de baryte, je l'ai mise dans un tube de verre allongé, fermé à une extrémité; j'y ai versé de l'acide phosphorique concentré en une proportion suffisante pour dissoudre tout le phosphate de baryte, puis j'ai laissé reposer le mélange; au bout de quelques heures, j'ai obtenu :

1°. Un liquide aqueux contenant du phosphate acide de baryte, et un peu d'acide delphinique ;

2°. Un liquide oléagineux, plus léger que le premier: je l'en ai séparé au moyen d'une petite pipette : c'était l'acide delphinique.

66. Cet acide ressemblait à une huile volatile; il avait une légère couleur citrine (1), une odeur aromatique très-forte, ayant de l'analogie avec celle du fromage et du beurre fort, ou plutôt avec celle de l'acide butirique; mais quand cette odeur était affaiblie, elle ressemblait à celle de l'huile de dauphin vieille. Il avait une saveur

(1) J'en ai obtenu d'incolore.

acide très-piquante, puis un goût éthéré de pomme de rainette ; il laissait une tache blanche sur la partie de la langue où on l'avait appliqué. Je n'ai rien pu trouver dans sa saveur qui me rappelât le goût du fromage, comme on le remarque dans l'acide butirique : sa vapeur avait un goût sucré d'éther. L'acide delphinique mouillait le verre, le papier et les étoffes à la manière des huiles volatiles ; mais il laissait sur ces corps une odeur extrêmement tenace et désagréable, absolument semblable à celle de l'huile de dauphin. Il avait une densité de 0,941, à la température de 14$^{d}$. Je n'en ai point eu assez pour déterminer son point d'ébullition.

67. Cet acide était très-soluble dans l'alcool et peu dans l'eau. Ces solutions rougissaient fortement la teinture de tournesol.

68. L'acide delphinique oléagineux était un hydrate ou un hydracide ; car 0$^{g}$,300 de cet acide ayant été mis dans un petit tube de verre avec 3$^{g}$. d'oxide de plomb jaune, et ce tube ayant été introduit dans une cloche étroite très-allongée, puis chauffé graduellement, il se dégagea 0$^{g}$,040 d'une eau qui n'avait aucune action sur le papier de tournesol, et il se manifesta en même temps une odeur éthérée. En considérant l'acide delphinique oléagineux comme un hydrate, on a pour sa composition :

| | | |
|---|---|---|
| Acide, | 260 | 100 ; |
| Eau, | 40 | 15,4 ; |

qui contiennent 13,6 d'oxigène ; ce qui est sensiblement $1\frac{1}{2}$ la quantité d'oxigène que l'acide sature dans les bases, puisque 100 d'acide neutralisent 8,88 d'oxigène, et que $8,88 \times 1,5 = 13,32$.

69. Je traitai la combinaison de plomb par l'eau, je filtrai et je fis évaporer; la liqueur se troubla, et il se dégagea de l'acide delphinique qui était très-sensible à l'odorat. J'ajoutai à plusieurs reprises de l'acide, afin de décomposer le carbonate qui avait pu se former; je pris la matière évaporée à siccité et bien desséchée, j'en pesai $0^g,190$; je les mis dans une petite capsule de platine avec de l'acide nitrique étendu : il ne se produisit pas d'effervescence sensible; mais l'odeur de l'acide se manifesta. Je fis évaporer doucement; puis je calcinai le résidu; j'obtins $0^g,135$ d'oxide jaune de plomb parfaitement pur, entièrement soluble dans l'acide nitrique faible. D'où il suit que le delphinate de plomb était formé de :

| | | |
|---|---|---|
| Acide, | 55 | 100; |
| Oxide, | 135 | 241,8; |

qui contiennent 17,3 d'oxigène; ce qui est sensiblement le double de la quantité trouvée dans la baryte, c'est-à-dire, $8,88 \times 2 = 17,76$; d'où il suit que le sel de plomb évaporé à siccité était un sous-delphinate.

70. On neutralisa de l'acide delphinique par l'eau de strontiane; on fit évaporer à siccité : le sel desséché, réduit en poudre fine, retiré du feu, présentait un mouvement dont le résultat était la réunion des particules en petits grains. $0^g,200$ de sel furent décomposés par l'acide nitrique; le nitrate de strontiane qui en provint donna $0^g,132$ de sulfate, qui représentent $0^g,07656$ de base. Donc:

| | | |
|---|---|---|
| Acide, | 12344 | 100; |
| Strontiane, | 7656 | 62; |

qui contiennent 8,99 d'oxigène.

71. On neutralisa de l'acide delphinique par du sous-carbonate de chaux ; on fit évaporer à siccité ; on pesa 0g,200 de sel ; on les traita par l'acide nitrique ; on fit évaporer à siccité, et on décomposa le résidu par l'acide sulfurique ; on obtint 0g,1170 de sulfate de chaux, qui représentent 0g,0486 de base. Donc :

| | | |
|---|---|---|
| Acide, | 1514 | 100 ; |
| Chaux, | 486 | 32 ; |

qui contiennent 9,0112 d'oxigène.

72. Les solutions de delphinate de strontiane et de chaux, mises sous des récipiens contenant de la chaux vive, cristallisèrent en longs prismes. Les cristaux de delphinate de strontiane devinrent d'un blanc opaque parce qu'ils s'effleurirent. Le delphinate de baryte ne cristallisa pas dans la même circonstance.

73. Telles sont les expériences que j'ai faites sur l'acide delphinique : celles qui ont pour objet sa capacité de saturation sont si concordantes, et j'ai eu si peu d'acide delphinique, que je n'ai pas jugé convenable de les répéter pour le moment, préférant le faire comparativement avec l'acide butirique lorsque je m'occuperai de ce dernier.

## CHAPITRE V.

*Quelques Considérations sur l'existence de l'acide delphinique, ou de ses élémens, dans l'huile de dauphin.*

74. Comment faut-il considérer l'huile de dauphin relativement à l'acide delphinique ? C'est une question que je ne puis résoudre maintenant d'une manière complète, parce qu'elle parait exiger l'analyse élémentaire

de l'huile et de son acide ; cependant j'établirai quelques vues à ce sujet.

75. Lorsqu'on traite l'huile de dauphin par une base qui, comme la magnésie, a une grande disposition à neutraliser les acides sans avoir cependant la propriété de déterminer la transformation d'un corps gras en acides margarique et oléique, on ne peut séparer de cette huile de quantité notable d'acide delphinique : pour avoir ce dernier, il faut traiter l'huile par une base assez énergique pour en transformer une portion en principe doux et en acides margarique et oléique. Sans prononcer ici si cet acide est produit ou simplement mis à nu, on ne peut se refuser à admettre que l'huile de dauphin renferme une quantité de matière qui éprouve le même changement que les corps gras que nous avons fait connaître dans nos précédentes recherches, et en outre une quantité de matière qui donne naissance à l'acide delphinique. D'après ce résultat, il est visible qu'il n'y a pas de substances connues qui se rapprochent plus de celle qui nous occupe, que les éthers hydrochlorique, acétique, etc., qui sont neutres aux réactifs colorés, et qui cependant présentent à l'analyse beaucoup de carbone et d'hydrogène, en outre des élémens des acides hydrochlorique, acétique, etc. La volatilité des éthers, comparée à la fixité de l'huile de dauphin, qui pourtant n'est pas absolue, ne peut pas plus être une objection au rapprochement que nous faisons, que la volatilité de l'ammoniaque ne l'est contre le rapprochement de cette substance avec les alcalis fixes (en observant toutefois que le premier rapprochement est fondé sur une analogie de composition, le second sur une analogie de

propriétés). Les naturalistes qui pensent que leur science peut tirer quelque secours de l'analyse chimique porteront sans doute leurs méditations sur un genre de composition aussi nouveau que celui que présente l'huile de dauphin, et dont jusqu'ici je n'ai trouvé d'analogue que dans l'huile du beurre.

## III^me PARTIE.

### *De l'Huile de poisson du commerce.*

76. Elle était colorée en jaune orangé brun. Son odeur était celle du poisson et du cuir apprêté à l'huile. Sa densité était de 0,927 à 20$^{d.}$ Elle restait fluide à *zéro* pendant plusieurs heures; mais, après quelques jours d'exposition à cette température, elle laissa déposer une *matière grasse concrète*, qui n'était qu'en très-petite quantité et qui fut séparée par la filtration.

## CHAPITRE I^er.

### *Examen de l'huile séparée de la matière grasse concrète.*

77. Elle n'était point acide au papier de tournesol.

78. 100 d'alcool d'une densité de 0,795 ont dissous 122 d'huile à 75$^{d}$. La solution n'a commencé à se troubler qu'à 63$^{d.}$ : elle n'était point acide.

79. Elle a été traitée par la potasse sans le contact de l'air sur le mercure. Il y a eu production de principe doux et de graisse acide. Il ne s'est pas formé d'acide carbonique.

80. 200 grammes ont été saponifiés par 120$^{g}$. de potasse dissous dans 400$^{g.}$ d'eau, afin d'obtenir des produits

assez abondans pour qu'on pût reconnaître la nature de chacun d'eux en particulier. La saponification s'est opérée avec facilité, et le savon qui était coloré en brun a été complètement dissous par l'eau froide. On a décomposé le savon par l'acide tartarique, et l'on a obtenu : 1° un *liquide aqueux ;* 2° une *huile saponifiée.*

### ARTICLE PREMIER.

### *Examen du liquide aqueux.*

81. Il était fortement coloré en jaune brun ; il avait une odeur de cuir : il fut distillé.

82. *Résidu de la distillation.* Lorsqu'il eut été évaporé à siccité, on le traita par l'acool. Celui-ci a dissous un principe doux coloré en jaune, qui avait une saveur très-agréable.

83. *Produit de la distillation.* Il était acide ; il tenait évidemment en dissolution le principe aromatique ayant l'odeur du cuir. Il fut neutralisé par l'eau de baryte et distillé. Le produit de la distillation n'avait pas d'odeur sensible ; le résidu pesait $0^{g},3$ ; c'était de véritable delphinate dont on obtint l'acide au moyen de l'acide phosphorique. Ce résidu, par sa quantité, était donc bien différent de celui qu'on avait obtenu de l'huile de dauphin.

### ARTICLE II.

### *Examen de l'huile de poisson saponifiée.*

84. Elle avait plus de tendance à cristalliser que l'huile naturelle. Elle était soluble en toutes proportions dans l'alcool à 0,821 ; sa solution contenait des acides margarique et oléique.

85. 100 de cette huile ont été parfaitement dissous à chaud par des eaux qui contenaient 13,45 de potasse et 9,17 de soude.

86. 20g. d'huile saponifiée furent bouillis avec l'eau de baryte ; le savon qui en provint fut traité par l'alcool ; on n'obtint presque pas de matière grasse non acide (1).

---

(1) Voici le détail de l'expérience, ainsi qu'une nouvelle observation sur l'acide oléique uni à l'oléate de baryte :

20 grammes d'huile saponifiée furent unis à de la baryte ; la combinaison, séchée, fut traitée par l'alcool bouillant. Celui-ci fut filtré et déposa un savon blanc, formé; d'acide oléique 100, de baryte 28,6. L'acide était incolore, fusible à 21, parce qu'il retenait probablement un peu d'acide margarique : il était entièrement soluble dans l'eau de potasse faible.

L'alcool d'où ce savon s'était déposé fut évaporé ; il laissa 0g,800 d'une matière encore fluide à 20d, orangée, ne rougissant pas le papier de tournesol , ayant une odeur de cuir, puis une odeur d'huître. Elle fut traitée à une douce chaleur par l'alcool d'une densité de 0,796. Elle le teignit en jaune ; mais la plus grande partie ne fut pas dissoute.

(*a*) *Matière indissoute.* Elle était satinée , jaune orangé, filante. L'ayant fait chauffer, elle devint sèche et friable ; elle était composée : de matière grasse 100, de baryte 18. La matière grasse était encore fluide à 15d., acide, orangée, odorante, très-soluble dans l'eau de potasse. L'ayant unie à la strontiane , 100 neutralisèrent 21 de cette base. Cette matière, sauf son odeur et sa couleur, avait donc toutes les propriétés de l'acide oléique.

(*b*) *Solution alcoolique.* Elle était d'un jaune citrin. L'ayant fait évaporer, on obtint un résidu qui était presque fluide à 15d.; qui était soluble dans l'alcool froid, duquel l'eau

87. L'huile saponifiée fut traitée à chaud par une solution de potasse un peu plus que suffisante pour la

---

le séparait sous la forme de gouttes huileuses; qui ne rougissait pas le papier de tournesol sec sur lequel on l'étendait; mais le papier devenait-il humide, sur-le-champ il passait au rouge. Cette matière pesait 0$^{g}$,2500. Elle était formée: de matière grasse 0$^{g}$,2253, et de baryte environ 0$^{g}$,0247. La matière grasse était formée de : acide oléique 0,0979, et matière non acide 0$^{g}$,1274. Par conséquent, 100 d'huile saponifiée auraient donné 0,6 de matière non acide.

L'observation précédente, qu'un papier de tournesol sec sur lequel on avait étendu un oléate de baryte qui était avec excès d'acide n'avait pas changé de couleur, mais qu'il était devenu rouge par la présence de l'humidité, me conduisit à faire les expériences suivantes :

L'acide oléique légèrement chaud dissout beaucoup d'oléate de baryte. Une petite quantité d'alcool chaud peut dissoudre toute la matière, ou la partager en un sur-oléate qui se dissout en un sur-oléate qui ne se dissout pas, et qui contient moins d'acide que le premier. En traitant à froid par l'alcool, on sépare une matière visqueuse satinée, et l'on dissout beaucoup d'acide et peu d'oléate. Les sur-oléates de baryte dissous dans l'alcool rougissent le tournesol. Lorsqu'ils sont secs, ils ne changent pas le papier de tournesol sur lequel on les étend; mais s'ils sont humides, le papier devient rouge.

Un papier de tournesol bien sec, trempé dans l'acide oléique, ne devient pas rouge; mais si après qu'on l'en a imprégné, on l'expose à la vapeur d'eau, sur-le-champ il rougit.

Il est sans doute remarquable que l'acide oléique se conduise en cela comme le perchlorure d'étain.

Ces expériences prouvent que *la teinture de tournesol et le papier de tournesol sec sont deux réactifs différens.*

dissoudre. Le savon fut étendu d'eau et abandonné à lui-même ; on le réduisit en *matière nacrée* et en *oléate*, que nous allons successivement examiner.

*Matière nacrée.*

88. Des traitemens successifs par l'eau de potasse très-faible et par l'alcool prouvèrent qu'elle contenait une quantité notable d'acide oléique : après qu'on l'en eût séparée, elle présenta les résultats suivans :

89. Elle était très-brillante et parfaitement blanche ; elle n'avait qu'une odeur extrêmement légère ; elle n'était pas dissoute par l'eau chaude ; elle était soluble en totalité dans l'eau alcalisée. Cette solution se réduisait par le refroidissement en potasse et en surmargarate de potasse. Elle était soluble en toutes proportions dans l'alcool bouillant ; en un mot, elle avait toutes les propriétés que nous avons reconnues au surmargarate de potasse. A l'analyse, elle donna :

| | |
|---|---|
| Acide margarique, | 100 ; |
| Potasse, | 8,77. |

90. L'acide margarique était presque inodore ; il cristallisait en petites aiguilles fines radiées. L'ayant fondu à 70$^{d.}$, il se congela à 55 ; mais comme la boule du thermomètre n'en était pas entièrement recouverte et que l'acide était abondamment troublé à 56, je pense qu'on peut lui assigner cette dernière température pour point de fusion.

*Oléate de potasse.*

91. Il fut décomposé après qu'il eut cessé de donner de la matière nacrée. L'acide oléique fut abandonné au froid ; on en sépara une matière cristallisée. Après cette

séparation, on lui trouva les propriétés suivantes : il avait une couleur orangée brune, beaucoup plus foncée que celle des acides oléiques des graisses de porc, de mouton, de bœuf, etc. J'attribue la cause de cette couleur à un corps distinct de l'huile proprement dite, soit que ce corps provînt de la décomposition qu'une portion de l'huile aurait épouvée par les procédés de son extraction, soit qu'il eût toute autre origine. Cet acide oléique avait une odeur de poisson très-marquée, qu'il communiqua à ses combinaisons avec la baryte, la strontiane et l'oxide de plomb. Ces oléates donnèrent les résultats suivans à l'analyse :

| | |
|---|---|
| Acide oléique, | 100; |
| Baryte, | 26,77. |
| Acide oléique, | 100; |
| Strontiane, | 19,41. |
| Acide oléique, | 100; |
| Oxide de plomb, | 81,81. |

## CHAPITRE II.

*Examen de la matière grasse concrète.*

92. Elle fut égouttée sur du papier joseph, puis traitée par l'alcool bouillant, qui en sépara beaucoup d'élaïne. M'étant aperçu que la matière concrète se colorait dans ce traitement, je cessai de la soumettre à l'action de l'alcool.

93. Dans cet état, elle fut fondue ; un thermomètre qu'on y plongea descendit à $21^{d.}$, et remonta à 27 lorsqu'elle se figea. L'action de la chaleur lui fit perdre son odeur de cuir.

94. 9 grammes d'alcool d'une densité de 0,795 en ont dissous 5 grammes. Cette solution donna en refroidissant, premièrement, de petites aiguilles radiées du plus beau blanc; deuxièmement, des aiguilles colorées en jaune. Il resta une eau-mère visqueuse, colorée en brun. Dans cette opération, il m'a semblé que le principe colorant jaune-brun devenait plus abondant, soit qu'il s'en formât réellement pendant le traitement aux dépens mêmes de la matière grasse, soit que ce principe s'isolât d'une matière qui en masquait la couleur. Ce principe devint surtout sensible par l'action de la potasse. L'on observa que la saponification développa l'odeur de cuir que la matière avait perdue par la fusion.

95. 3g,6 de matière grasse colorée, ayant été saponifiée par un poids égal de potasse, ont donné un savon qui a été décomposé par l'acide tartarique.

*(a) Liquide aqueux.*

96. Il fut distillé.

97. *Résidu de la distillation.* L'alcool a dissous 0g,25 environ d'un sirop jaune, dont la saveur, d'abord amère et astringente, finissait par être un peu sucrée.

98. *Produit de la distillation.* Il avait une légère odeur de cuir et un peu d'acidité; l'ayant neutralisé par la baryte, on obtint 0g,03 d'un sel qui avait plutôt l'odeur de l'acide delphinique que celle du cuir; mais il y en avait trop peu pour qu'on pût prononcer sur sa nature.

*(b) Matière grasse saponifiée.*

99. Elle contenait deux substances que l'on sépara mécaniquement l'une de l'autre. La plus abondante pesait 3g,06; elle était d'un jaune orangé; le thermo-

mètre qu'on y plongea après l'avoir fondue descendit à 26,5, et remonta ensuite à 28. Cette matière, très-soluble dans l'eau de potasse, m'a paru entièrement formée d'acides margarique et oléique. La seconde substance ne pesait que 0g,14 ; elle était brune, infusible à 100d., fusible en totalité dans l'alcool bouillant ; elle ne laissa pas de matière fixe quand on l'incinéra.

100. D'après cette expérience, 100 de matière concrète auraient donné :

| | |
|---|---|
| Matière grasse saponifiée, | 88,9 ; |
| Matière soluble dans l'eau, | 11,1. |

101. Telles sont les propriétés que m'a présentées la matière concrète séparée de l'huile de poisson du commerce. Elles me paraissent devoir faire placer cette matière plutôt à côté de la stéarine qu'à côté de la cétine ou de la substance cristallisée obtenue de l'huile de dauphin. Au reste, comme il ne serait pas impossible que cette matière fût étrangère à la nature de l'huile de poisson, et qu'elle n'y est d'ailleurs qu'en très-petite quantité, ce qui ne m'a pas permis de la soumettre à un grand nombre d'expériences, je ne regarde point cette opinion comme suffisamment établie.

102. On peut conclure de tout ce qui précède que l'huile de poisson de commerce que nous avons examinée se rapproche de l'huile de dauphin par son odeur ; mais qu'elle en diffère, 1° en ce qu'elle ne donne que des traces d'acide volatil par la saponification ; 2° en ce qu'elle ne fournit pas de substance cristallisée analogue à la cétine ; 3° en ce qu'elle se saponifie plus facilement qu'elle, et sans produire de substance non acide en

quantité notable; 4° en ce qu'elle contient beaucoup plus de principe colorant.

*Remarques sur les huiles de dauphin et de poisson.*

103. Outre l'acide delphinique qui existe dans les huiles de dauphin et de poisson du commerce, je crois qu'il faut admettre un autre principe qui a l'odeur de poisson, et qui me semble identique avec le principe odorant que j'ai trouvé dans le cartilage du *squalus peregrinus*. Le corps dont je parle se manifeste surtout lorsqu'existant avec l'ammoniaque ou un sel ammoniacal, on mêle les matières qui le contiennent avec la potasse caustique. J'ignore si l'odeur de cuir que présentent l'huile de dauphin et l'huile de poisson saponifiées, si le principe colorant, qui est très-abondant dans ces mêmes huiles vieilles, sont des principes immédiats simplement mis à nu, ou s'ils sont les résultats d'une altération qu'auraient éprouvée les principes que j'ai retirés de ces huiles, ou quelques autres qui m'avaient échappé. Si le principe qui a l'odeur de cuir y est tout formé, il faudrait compter trois principes odorans dans ces huiles (1).

*P. S.* Après avoir terminé la lecture d'un extrait de ce Mémoire à l'Académie des Sciences, j'ai donné, 1° une distribution des corps gras en plusieurs groupes, fondée

---

(1) Depuis la rédaction de cet article, j'ai examiné un alcool dans lequel on avait conservé pendant plusieurs années un petit dauphin dont on ignorait l'espèce. L'alcool contenait beaucoup d'acide delphinique et peu d'huile en solution. On recueillit à sa surface environ 5 grammes d'huile indis-

sur l'action qu'ils éprouvent de la part de la potasse; 2° quelques aperçus sur un groupe d'acides organiques, volatils, odorans, formé par les acides acétique, formique, delphinique, butirique, un acide que j'ai trouvé dans le suif, un acide obtenu par la décomposition spontanée que plusieurs substances azotées éprouvent dans l'eau (1), etc.; 3° une formule d'analyse qui représente toutes les opérations qu'il faut exécuter pour reconnaître tous les résultats de l'action de l'alcali sur les corps gras. Ces trois sujets seront renvoyés au huitième Mémoire.

---

soute; celle-ci fut réunie à celle qu'on obtint en distillant l'alcool.

L'huile était acide; elle céda à la magnésie une quantité notable d'acide delphinique.

100 d'huile ainsi désacidifiée, traitée par la potasse, ont donné environ :

8,82 de principe doux sirupeux ;
2,87 d'acide delphinique ;
80,60 d'acides margarique et oléique ;
2,64 de matière grasse non acide.

D'où il suit que cette huile se rapprochait de l'huile de poisson du commerce par sa couleur, par la petite quantité d'acide delphinique et de matière grasse non acide qu'elle a donnée par la saponification; mais elle en différait en ce que son odeur était plutôt celle du poisson que celle du cuir.

(1) Cet acide est le principe qui donne à la plupart des colles fortes du commerce l'odeur désagréable qu'on leur connaît.

## Sur *la Combinaison du chlore avec la chaux.*

Par J. J. Welter.

Représentons le nombre proportionnel de l'oxigène par 10, et supposons qu'il indique des grammes. Ce poids étant converti en litres, à la pression de $0^m,76$ et à la température de *zéro*, on aura 7 litres pour une proportion d'oxigène en volume. La proportion du chlore sera alors exprimée par 14, etc. Cela reconnu, j'ai préparé une dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique, que j'ai étendue d'eau, de manière que l'indigo en faisait à-peu-près $\frac{1}{1000}$. Je me suis assuré qu'une proportion, ou 14 litres de chlore réduit, décolorait 164 litres de cette dissolution : je m'en suis servi dans mes expériences pour évaluer la quantité de chlore dans un liquide contenant ce gaz combiné, soit avec l'eau pure, soit avec la chaux ou la potasse.

### *Chlorure de chaux.*

Le chlore refuse de se combiner directement avec la chaux vive et avec le marbre sec en poudre (l'un est la conséquence de l'autre); la chaux éteinte, au contraire, l'absorbe avec rapidité et avec dégagement de beaucoup de chaleur.

Le chlorure produit et saturé de gaz jusqu'à refus, étant exposé dans un tube, simplement au-dessus d'une chandelle, se décompose très-vite; il se dégage de l'oxigène et une odeur de chlore. Si l'on ne verse dessus que quatre fois son poids d'eau, elle est totalement absorbée et le composé est sec en apparence.

Ce sel étant délayé dans soixante fois son poids d'eau, la dissolution clarifiée décolore à-peu-près vingt fois son volume de teinture.

Si 20 litres de teinture sont décolorés par un litre de cette dissolution, 164 litres de teinture, qui représentent une proportion de chlore, le seront par $\frac{164}{20} = 8,2$ litres de dissolution. Or, pour les faire, il faut à très-peu près 8,2 litres ou 8200 grammes d'eau et 136,6 grammes de chlorure préparé. 136,6 grammes de ce chlorure contiennent donc une proportion de chlore.

*Hypothèse sur la composition du chlorure de chaux.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Le poids d'une proportion de chlore est. . . . . | | | | 44,10 ; |
| Celui d'une proportion d'hydrate de chaux : | Chaux 1 p$^{on.}$ | 35,46 | 46,78 | 93,56 |
| | Eau 1 p$^{on.}$ | 11,32 | | |
| Ajoutons encore une proportion. . . . . . | | | 46,78 | |
| | | | | 137,66. |

Ce nombre est si près de 136,6 qu'on peut raisonnablement présumer que la combinaison du chlore avec la chaux est un demi-chlorure, et que son nombre proportionnel serait $\frac{137,66}{2} = 68,8$.

D'après ces résultats, il est évident que la combinaison saturée du chlore avec l'hydrate sec de chaux est un demi-chlorure. En versant de l'eau sur cette combinaison, il se fait un partage; l'eau dissout tout le chlore avec de la chaux, et ce qui reste est de l'hydrate de chaux. Il est très-probable que la combinaison soluble est un chlorure neutre contenant seulement la moitié de la chaux du demi-chlorure. La dissolution du chlorure dans l'eau contient aussi de la chaux libre : exposée à l'air après avoir été

filtrée, elle se couvre peu à peu de pellicules comme l'eau de chaux, sans perdre de sa force chlorimétrique; mais aussitôt que la chaux libre est entièrement carbonatée, elle s'affaiblit promptement.

Jusqu'à présent rien ne prouve qu'il ne s'est pas formé de chlorate en formant le sous-chlorure ou en le dissolvant dans l'eau. Pour m'en assurer, je préparai de nouveau sel en tenant compte du poids de la chaux éteinte, de l'oxide de manganèse et du produit.

Je pesai donc 7 grammes de chaux éteinte; c'est $\frac{7}{93,56}$ de ce qu'il faut, suivant l'hypothèse, pour une proportion de chlore.

Je savais qu'il fallait 61 grammes de mon oxide de manganèse pour développer une proportion de chlore; il en eût donc fallu $\frac{7}{93,56}\,61 = 4,56$ grammes pour les 7 grammes de chaux; j'en pris rondement 5 grammes, que je couvris d'acide muriatique ordinaire.

J'opérai lentement afin de laisser le temps à la vapeur d'eau et au gaz acide hydrochlorique échappés de se condenser en chemin, et à la chaux de se refroidir. Lorsque le gaz cessa de se combiner, je suspendis la dissolution du manganèse : il en resta 0,4 grammes; il devait en rester 0,44. C'est approcher de bien près.

La chaux devait augmenter de $\frac{7}{93,56}\,44,1 = 3,3$ grammes. Le produit devait donc peser 10,3 grammes (en ne tenant point compte de l'humidité du chlore à 10° qui ne ferait guère que $\frac{1}{300}$ du poids du chlore); je n'ai trouvé que 10,22 grammes. Sans doute ma chaux était encore un peu carbonatée.

Les 10,22 grammes de sel, délayés dans soixante fois leur poids d'eau = 0,6132 litres, contenant seulement les $\frac{39}{40}$

de $\frac{7}{93,36}$ d'une proportion de chlore, devaient décolorer la même fraction de 164 litres de teinture qui représentent une proportion de chlore : or, si 0,6132 litres de dissolution décolorent $\frac{39}{40}$ $\frac{7}{93,36}$ 164, un litre en décolorera 19,5 fois son volume. L'essai me donna 19,8 : on peut se tromper de cette différence, et plus.

Puisque tout le chlore agit comme chlore, il n'y a donc point d'acide chlorique formé ni dans la fabrication du sel ni dans sa dissolution. L'emploi de la dissolution d'indigo, comme réactif propre à déterminer la quantité de chlore, exigeant quelques précautions, je crois nécessaire de les indiquer.

Le chlore décolore plus ou moins de cette teinture suivant la manière de procéder : si c'est la teinture que l'on verse sur le chlore; si on opère à plusieurs reprises avec de longs intervalles; si la dissolution de chlore est concentrée, on a le *minimum* de décoloration : on aura le *maximum* si on fait l'inverse. Ce réactif paraîtra bien peu sûr; mais n'en est-il pas de même du gaz nitreux employé comme moyen eudiométrique? cependant on est loin de le rejeter.

La teinture d'indigo contenant environ $\frac{1}{1600}$ d'indigo donnera des résultats constans à $\frac{1}{40}$ près, et moins encore, si on étend la dissolution de chlore de sorte qu'elle soit à-peu-près la moitié du volume de la teinture qu'elle peut décolorer; si on a la précaution de tenir la dissolution de chlore et la teinture dans deux vases séparés, et de les verser ensemble en même temps dans un troisième vase; et si, pour bien juger de la teinte, l'on fait en même temps l'essai d'une autre dissolution de chlore dont on connaît bien la force. Ce n'est que lorsqu'on veut le

dernier degré de précision que l'on fait cet essai de comparaison pour avoir une teinte bien semblable. On s'attend qu'il faudra alors un ou deux essais préparatoires sur la dissolution de chlore inconnue pour rendre toutes les circonstances égales dans un dernier essai : au reste, ils demandent très-peu d'appareils et se font très-promptement.

Pour déterminer quel volume de chlore représente celui de la teinture, je vais, pour exemple, décrire une de ces opérations.

J'ai rempli de chlore un flacon sec d'environ $\frac{1}{2}$ litre en y faisant passer un courant de ce gaz; ensuite je l'ai plongé bouché dans de l'eau dont la température se trouvait de 10 degrés; je l'ai débouché un instant pour le mettre en équilibre avec la pression extérieure, qui était $0^{m},749$. Cela fait, je l'ai plongé profondément et j'ai soulevé un peu le bouchon. La pression y a fait entrer un peu d'eau : il suffit alors d'agiter et de déboucher de temps en temps sous l'eau pour le remplir presqu'entièrement en peu de temps. Cette eau tenait évidemment son volume de chlore (peut-être une petite fraction de plus à cause d'un peu d'air atmosphérique fourni par l'eau). Le gaz humide, à la température de 10 deg. et sous la pression de $0^{m},749$, réduit à l'état sec, et ramené à la température de $0^{o}$, sous la pression de $0^{m},76$, occupait un espace égal à 0,94 de son volume primitif. L'eau tenait donc 0.94 de son volume de gaz chlore réduit.

Cette eau décolorait onze fois son volume de teinture : or, si 0,94 litres de gaz décolorent 11 litres de teinture, 14 litres ou une proportion de gaz en décoloreront $\frac{11 \cdot 14}{0,94} = 164$ litres, qui représenteront donc une proportion de chlore.

EXTRAIT *d'une Lettre de M.* Ducros, *chef de bataillon d'artillerie, aux Rédacteurs, sur le Mémoire de M.* Dussaussoy.

M. DUSSAUSSOY a avancé, dans son Mémoire (*Ann. de Chim. et de Phys.* V. 114), que « de nombreuses expé-
» riences faites en 1786 à Douay avaient fait voir que le
» prompt dépérissement d'une pièce de gros calibre avait
» souvent pour cause la fusion ou les fouilles d'étain
» qu'un tir soutenu y opérait. ». Cependant, d'après les expressions du général Lamartillière, présent aux expériences, ce dépérissement eut ordinairement d'autres causes. Les pièces de 16 soumises aux expériences : la *Médée*, la *Sirène*, l'*Impitoyable*, la *Constante* et la *Pallas* furent mises hors de service par des éraflemens, des battemens, des gerçures ou des égueulemens ; la *Médée* au 50$^{me}$ coup ; la *Sirène* au 468$^{me}$ ; l'*Impitoyable* au 425$^{me}$ ; la *Constante* au 710$^{me}$, et la *Pallas* au 87$^{me}$. La *Bellone*, dont la ruine était annoncée, après 3350 coups, par un grand nombre de gerçures à l'extérieur, par un égueulement considérable et par la perte de sa direction, fut la seule pièce à laquelle on reconnut accidentellement des fouilles considérables.

Les pièces de 24 furent aussi mises hors de service par les mêmes causes que les pièces de 16 ; l'*Hercule* au 174$^{me}$ coup ; le *Jupiter* et le *Fameux* au 37$^{me}$, et le *Rayonnant* au 110$^{me}$. Il n'est donc pas exact de dire que les fouilles aient *souvent* causé le dépérissement des pièces de gros calibre, et M. Dussaussoy a eu tort de vouloir chercher un remède à un mal qui n'existe pas.

M. Dussaussoy dit encore, page 115 : « On croit devoir » observer que c'est en vain qu'on tenterait d'allier di- » rectement le fer au cuivre ; on ne peut le faire qu'au » moyen d'un dissolvant, et ce dissolvant est l'étain, » etc. » Mais cette assertion se trouve complètement détruite par les expériences de Rinman, rapportées dans son *Histoire du Fer.* II. 72. § 141.

200 parties de fonte grise et 10 de cuivre rouge, en copeaux minces, pétries avec de l'huile de lin, et soumises, avec addition de charbon, à un feu violent de forge, pendant vingt-cinq minutes, dans un creuset, donnent un culot métallique homogène, composé de : fer 194, cuivre 6. Cet alliage est très-dur, très-compacte ; sa densité est de 7,467 : Rinman propose d'en faire des enclumes.

200 parties de cuivre et 10 de fonte grise, traitées de la même manière, donnent un culot homogène, très-ductile à froid, etc.

En voilà bien assez, j'imagine, pour convaincre M. Dussaussoy. Son erreur étant consignée dans un ouvrage répandu, il doit être bien aise d'en voir la réfutation publiée par la même voie.

---

*Observations des Rédacteurs.* En nous permettant de faire quelques remarques à la suite de la lettre de M. Ducros, nous sommes assurés d'avance qu'elles auront son assentiment ; car nous ne les présentons que dans l'intérêt de la science.

Les pièces de gros calibre que l'on vient de citer avaient été prises au hasard parmi un grand nombre

d'autres. On fit également à Douay, en 1786, des épreuves très-multipliées avec des pièces de 12, de 8 et de 4, d'après lesquelles on peut conclure que le dépérissement des pièces est d'autant plus prompt qu'elles sont d'un plus gros calibre. Ce résultat doit d'autant moins surprendre que l'on se sert du même alliage (100 de cuivre et 11 d'étain) pour les pièces d'un gros comme d'un petit calibre, et que sa dureté et sa tenacité, bien loin d'augmenter proportionnellement à la résistance qu'il doit opposer, paraissent au contraire être plus faibles dans les grandes pièces que dans les petites, par suite des opérations du coulage qu'il serait trop long de rapporter ici.

De cette inégalité entre la résistance que doivent opposer les pièces et la dureté de leur alliage, résultent des modifications dans le dépérissement, dépendantes de deux causes principales, savoir : de la résistance mécanique que l'alliage peut opposer au choc du boulet, et de l'action chimique que les produits de la détonnation de la poudre exercent sur lui. Si l'alliage métallique n'oppose pas une résistancee convenable, c'est-à-dire, si sa dureté et sa tenacité ne sont pas suffisantes, les pièces seront bientôt remplies de gerçures, d'éraflemens et de battemens, qui les mettront hors de service avant que les effets de l'action chimique puissent se manifester. Mais si, au contraire, l'alliage oppose, par sa dureté et sa tenacité, une résistance suffisante, alors les effets lents, mais progressifs, de l'action chimique, seront la cause du dépérissement des pièces, qui s'annonce alors par des fouilles ou excavations.

Parmi les pièces de gros calibre citées dans la lettre de M. Ducros, on n'a reconnu des fouilles qu'à la *Bellone*,

parce qu'elle a soutenu un tir de 3350 coups. Toutes les autres pièces n'ayant pu résister long-temps au choc du boulet, il n'est pas étonnant qu'on n'y ait point aperçu de fouilles.

Les pièces de 4 dont parle le général Lamartillière dans ses *Recherches sur l'artillerie* : la *Danaé*, le *Jone*, la *Fougueuse*, la *Follette*, ayant pu résister à un tir de 3000 coups, avaient toutes des fouilles plus ou moins considérables, et c'est par cette cause seulement que la *Follette* fut mise hors de service.

Les pièces de 8, le *Jason* et l'*Apollon*, dont l'alliage était formé de 100 parties de cuivre et de 8 d'étain, n'ont pas eu de fouilles après 3000 coups. Le *Coq* et le *Rigide*, dans lesquels la proportion de l'étain était de 11, avaient au contraire beaucoup de fouilles après le même nombre de coups.

Les pièces de 12, le *Rémus* et le *Romulus*, dans lesquels la proportion de l'étain n'était que de 5,4, ont été promptement mises hors de service par défaut de résistance. Le *Courtisan* et le *Souffleur*, qui contenaient 11 d'étain, ont au contraire très-bien résisté à un tir de 3000 coups.

D'après ces résultats, il paraîtrait que la proportion de 11 d'étain pour 100 de cuivre donne à l'alliage la plus grande résistance ; mais qu'il se détruit alors plus facilement par l'action de la poudre que celui dans lequel il n'entre que 8 d'étain. Il y aurait par conséquent de l'avantage à employer pour les bouches à feu d'un petit calibre un alliage dans lequel il entrerait moins de 11 parties d'étain, pourvu qu'il conservât encore une dureté suffisante.

M. Dussaussoy, en disant que le prompt dépérissement des pièces de gros calibre était souvent dû aux fouilles produites par la fusion de l'étain, a sans doute trop attribué à cette cause; mais il n'a fait qu'adopter l'opinion du général Lamartillière, qui s'exprime très-positivement à cet égard II. 334 et 336; et s'il n'a point cité les pièces d'un petit calibre, c'est un simple oubli et non point une erreur. Nous remarquerons cependant que les fouilles ne sont pas seulement produites par la fusion de l'étain, mais bien par la destruction de tout l'alliage, à laquelle concourt très-puissamment l'affinité des métaux pour le soufre, favorisée par la chaleur due à un tir soutenu et sans doute par la fusion de l'étain. Ce métal, dans la proportion où on l'emploie, ne forme pas en effet avec le cuivre une combinaison bien intime; car, par le repos, une portion s'en sépare, et vient même suinter à la surface de l'alliage, d'après l'observation de M. Dussaussoy, lorsque l'on expose à une chaleur rouge un morceau d'alliage provenant d'une pièce de gros calibre. M. Dussaussoy, en cherchant à rendre la combinaison des deux métaux plus homogène et plus intime, n'a donc pas cherché un remède à un mal qui n'existe pas.

Le reproche que M. Ducros adresse à M. Dussaussoy, d'avoir avancé qu'on tenterait en vain d'allier directement le fer au cuivre, ne nous paraît pas fondé. Cet alliage est regardé comme très-difficile à faire par Fourcroy et le Dr Thomson, et la difficulté augmenterait encore en opérant en grand dans des fourneaux à réverbère dont la température ne pourrait être assez élevée pour vaincre l'infusibilité du fer. M. Ducros cite les expériences de Rinman; mais il ne fait pas attention que ce célèbre

métallurgiste a employé de la fonte au lieu de fer, et que ses expériences sont tout-à-fait conformes à l'assertion de M. Dussaussoy; car la fonte est un alliage plus fusible que le fer, de même que le fer-blanc.

---

## OBSERVATIONS *sur le Mémoire de M.* Beudant *relatif à la détermination des espèces minérales.*

PAR W. H. WOLLASTON.

(Tirées d'une lettre adressée aux Rédacteurs des *Annals of Philosophy.*)

AYANT appris que vous alliez publier, dans vos *Annales*, un extrait de l'intéressant Mémoire de M. Beudant sur la détermination des espèces minérales, j'ai espéré que vous me permettriez de vous adresser quelques observations que j'ai faites sur les formes cristallines des mêmes sulfates métalliques qui ont été l'objet des expériences de ce savant, et que vous voudriez bien les publier à la suite de son Mémoire. J'avoue que j'avais d'abord douté fortement de l'exactitude des observations relatives aux cristaux qui ressemblaient au sulfate de fer, attendu qu'il ne me paraît pas que M. Beudant ait eu une idée exacte de la forme de ce sel, lorsqu'il dit qu'il cristallise en rhomboïdes.

Il n'y a aucun doute que la forme du sulfate de fer ne soit un parallélipipède oblique, et il est en même temps évident que tous les angles obtus et aigus sont presque égaux; mais en examinant les modifications que ces cris-

taux reçoivent dans leur état le moins simple (*in its less simple state*), j'ai remarqué une différence manifeste dans une direction du cristal, et qui prouve que quand même les mesures des angles seraient réellement égales, le solide ne pourrait néanmoins être considéré comme un rhomboïde, mais seulement comme un prisme rhomboïdal, à cause de quelques différences qui existent dans ses dimensions linéaires. Les angles toutefois, quand on les examine soigneusement, ne sont pas égaux : il y en a deux qui ont, à la vérité, la même valeur, 80°30′; mais le troisième est de 82°, ou plus ; et conséquemment cet angle doit être considéré comme la mesure d'un prisme rhomboïdal, dont la face terminale est également inclinée sur deux côtés adjacens à une arête aiguë du prisme.

Mais quoique je diffère ainsi d'opinion avec M. Beudant par rapport à la forme primitive du sulfate de fer ordinaire, je suis complètement d'accord avec lui sur ce point, que la forme des sulfates mélangés de cuivre et de fer, de zinç et de fer ; ou de cuivre, de zinc et de fer, est la même que celle du sulfate de fer simple.

Cependant je suis porté à penser que M. Beudant se trompe en considérant tous les sels qu'il a ainsi obtenus, comme étant des cristaux mélangés qui doivent leur forme uniquement au sulfate de fer, au milieu duquel les autres sulfates métalliques seraient groupés d'une manière analogue à ce qu'on observe dans les cristaux de Fontainebleau, où le sable est agglutiné par le carbonate de chaux. On doit présumer qu'il y a une union chimique plus intime, au moins dans les cas où on obtient des cristaux transparens ; car il est évident qu'on ne peut admettre qu'un corps transparent, comme le sont quel-

ques-uns de ces sels, puisse être un *simple mélange* de matières qui diffèrent autant en puissance réfringente que le sulfate de cuivre et le sulfate de fer (1) ; et quoique je ne sache pas que l'on ait encore observé aucun sel composé des anciens métaux, il peut néanmoins y avoir des exemples nombreux d'une union semblable, et il est probable qu'on en découvrirait en faisant des recherches sur cet objet.

Je crois même que différens sels triples de cette espèce se rencontreront parmi les sulfates qui ont fait le sujet des expériences de M. Beudant.

Si on mêle parties égales de sulfate de cuivre et de sulfate de fer dans une solution et qu'on la fasse cristalliser, les cristaux produits seront des prismes rhomboïdaux, transparens, semblables à ceux de sulfate de fer pur.

Si on mêle deux parties de sulfate de cuivre et une de sulfate de fer dans une solution, il se formera d'abord des cristaux de sulfate de cuivre (mais par conséquent impurs), et ensuite on aura des cristaux du sulfate triple de cuivre et de fer mentionné ci-dessus, dont la forme prismatique est en général tellement allongée qu'elle montre évidemment qu'elle n'est pas un rhomboïde.

Lorsqu'on mêle ensemble des proportions égales de sulfate de zinc et de fer, les cristaux obtenus m'ont aussi paru former le même prisme rhomboïdal à base oblique que le sulfate de fer pur; mais leur couleur est un blanc verdâtre, comme l'observe M. Beudant.

---

(1) Le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction pour le sulfate de cuivre égale 1,52, tandis que ce même rapport n'est que de 1,45 pour le sulfate de fer.

Puisque les composés de chacun des sels précédens avec le sulfate de fer prennent en apparence la même forme cristalline, il n'est pas étonnant que le sel encore plus composé contenant les trois sulfates ensemble ait produit aussi le même prisme rhomboïdal; et on doit admettre, comme l'a fait avec raison M. Beudant, que l'explication la plus naturelle que l'on puisse en donner, est que les sulfates de cuivre et de zinc doivent être regardés comme un mélange de matières étrangères groupées ensemble par le sulfate de fer, duquel dépend uniquement la forme cristalline.

Néanmoins la transparence des cristaux s'oppose à cette explication, et mes doutes sont confirmés par l'observation d'un quatrième composé qui a, au moins selon toute apparence, précisément la même forme, quoiqu'il ne contienne pas la moindre partie de sulfate de fer.

Si on fait dissoudre ensemble parties égales de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc, tous deux parfaitement exempts de fer, et qu'on les fasse cristalliser, on obtient d'abord des cristaux de sulfate de cuivre avec leurs formes ordinaires et leur couleur bleu foncé (mais ils sont impurs). Les cristaux suivans, d'un bleu plus pâle, consistent en sulfates de cuivre et de zinc réunis, et présentent toutes les apparences du prisme rhomboïdal déjà mentionné ci-dessus, avec la même inclinaison des faces terminales.

Présumant, d'après les quantités des deux sels formés dans l'expérience précédente, que le sulfate de zinc pouvait excéder, dans le sel composé, le sulfate de cuivre, dans la proportion de 4 à 1 environ, j'ai formé une solution où les deux sels entraient dans ce rapport; alors

je n'ai point obtenu de cristaux semblables au sulfate de cuivre, mais tous ont pris la forme du prisme rhomboïdal à base oblique décrit ci-dessus : d'ailleurs, les mesures étaient si rapprochées de celles du sulfate de fer qu'il me serait maintenant impossible d'assigner les différences, ou de dire en quoi elles consistent.

Mais puisqu'on ne peut donner aucune raison géométrique pour faire concevoir que cette même forme puisse appartenir à plusieurs composés chimiques dissemblables, on doit présumer que l'on trouvera par la suite quelques différences, soit dans les angles, soit dans les mesures linéaires, qui nous mettront en état de distinguer ces cristaux sans le secours de l'analyse chimique.

On peut espérer que cette présomption se réalisera non-seulement par rapport au sulfate triple de cuivre et de zinc ; mais aussi pour ces sels qui contiennent du sulfate de fer, si toutefois ils sont des composés chimiques réels, comme leur transparence nous conduit à le présumer. Lorsque les sels seront assez réguliers pour se prêter à des mesures exactes, ils différeront sans doute en quelque point des cristaux simples.

Néanmoins on ne peut révoquer en doute l'existence des cristaux mélangés tels que M. Beudant les conçoit, et cela doit continuer à égarer ceux qui pensent qu'il est possible de se fier uniquement aux formes cristallines.

L'exemple le plus frappant en minéralogie est dans les cristaux de Fontainebleau ; sans parler de plusieurs autres cas qui sont également incontestables, mais où il y a un mélange plus intime.

Parmi les sels formés par M. Beudant, on ne peut douter qu'il n'y ait eu plusieurs exemples de mélanges

réels tels qu'il les admet, quoiqu'il soit possible, dans quelque cas, de rapporter leur forme à une base plus composée qu'il ne l'a supposé.

Il y a aussi un exemple que j'ai observé depuis quelques années, et que je saisis l'occasion de rapporter ici, non-seulement pour ajouter ce nouveau fait au grand nombre de ceux qu'on pourrait citer, mais parce qu'il peut servir à faire connaître la véritable forme du sulfate de nickel.

Ayant offert à feu M. Tennant de lui réduire du nickel à l'état métallique s'il voulait se donner la peine de préparer pour cela quelques cristaux de sulfate de nickel, il me remit d'abord un certain nombre de prismes carrés avec des sommets pyramidaux : c'était les premiers cristaux obtenus de sa solution. Le second produit qu'il me fournit consista principalement en octaèdres formés par la jonction des deux sommets pyramidaux sans prisme intermédiaire ; enfin, son troisième produit avait la forme d'un prisme rhomboïdal oblique, qui me parut devoir être un sel triple du même métal.

A cela, M. Tennant répondit qu'il avait recristallisé une partie de ce sel, et qu'il en avait obtenu des octaèdres comme auparavant. Nous avions tous les deux raison ; car, par un examen plus attentif, je trouvai que chaque cristal contenait, dans sa substance, des octaèdres visibles de véritable sulfate de nickel, réunis ensemble par un triple sulfate de nickel et de potasse, lequel donnait à la masse sa forme extérieure (1).

---

(1) Suivant l'idée qu'un de mes amis m'a suggérée, il est probable que M. Haüy a été trompé par quelque fausse appa-

Je conviens que les observations précédentes laissent encore le sujet enveloppé dans de grandes difficultés ; mais j'espère qu'elles serviront au moins à éveiller l'attention des savans, et qu'elles pourront suggérer à ceux qui s'occupent de chimie et de cristallographie une suite de recherches curieuses et utiles : c'est le seul but que j'ai eu en vous les adressant.

---

Lettre *de M.* Beudant *à M.* Arago, *au sujet du Mémoire précédent de M.* Wollaston.

« Monsieur,

» J'ai lu avec un très-grand intérêt, dans le Numéro d'avril des *Annals of Philosophy,* que vous avez bien voulu me communiquer, un écrit de M. Wollaston sur mon Mémoire intitulé : *de l'Importance relative des formes cristallines et de la composition chimique, dans la classification des espèces minérales.* Je regrette infiniment qu'il me parvienne précisément la veille de mon départ pour un long voyage, et que cette circonstance me prive d'entrer dans quelques nouveaux détails que je crois devoir à la haute considération que j'ai pour le savant célèbre qui a bien voulu répéter mes expériences ; mais quoique obligé d'écrire à la hâte, je

---

rence de ce genre, puisqu'il regarde le sulfate de nickel comme ayant la forme d'un prisme rhomboïdal oblique. ( *Traité de Minéralogie*, t. III, p. 509, fig. 115.)

vous prie de recevoir quelques observations que la lecture de sa Note m'a suggérées.

» Je trouve, dans la lettre de M. Wollaston, trois points sur lesquels ce savant a pris une opinion différente de celle que j'ai émise dans mon Mémoire.

» 1°. Il admet que la forme primitive du sulfate de fer n'est pas un rhomboèdre, mais un prisme oblique à base rhombe; il se fonde d'abord sur des considérations théoriques : « *En examinant*, dit-il, *les modifications*
» *que subissent ces cristaux dans leur état le moins sim-*
» *ple, j'ai remarqué, dans une direction du cristal, des*
» *différences manifestes qui prouvent que quand bien*
» *même les mesures des angles seraient réellement éga-*
» *les, le solide ne pourrait néanmoins être considéré*
» *comme un rhomboèdre, mais seulement comme un*
» *prisme oblique à base rhombe, à cause de quelques*
» *différences qui existent dans ses dimensions linéaires.*
» (*In its linear dimensions.*) » Il a trouvé ensuite, par des mesures directes, que les angles sont inégaux.

» Je ne puis admettre la première partie de cette phrase : il me paraît évident que si les angles sont égaux, le solide est rigoureusement un rhomboèdre, quelle que soit d'ailleurs son extension dans un sens ou dans l'autre.

» Quant à la seconde partie, la différence d'angle que M. Wollaston annonce avoir reconnue ne peut, comme il le remarque lui-même, infirmer en rien mes résultats, qu'il a d'ailleurs trouvé exacts, et dont il tire les mêmes conséquences que moi. Ainsi, je pourrais au fond admettre, dans le sulfate de fer, la forme primitive telle qu'il la conçoit; mais comme il s'agit d'un des carac-

tères essentiels de ce sel, je crois devoir établir une courte discussion sur ce point.

» Le temps me manque pour vérifier l'inégalité des angles avec tous les soins que cette discussion demande ; cependant quelques mesures que je viens de reprendre avec le goniomètre ordinaire m'ont donné des résultats sensiblement égaux, et bien certainement je n'ai pu avec cet instrument commettre une erreur de 2$^{d}$., comme celle qui résulterait des observations de M. Wollaston : mais je me bornerai ici à des considérations théoriques qui sont bien plus importantes encore que des mesures directes. En effet, ce ne sont pas des mesures dont le degré d'exactitude dépend du plus ou moins de perfection de nos instrumens, qui peuvent faire prononcer que le système cristallin d'un corps appartient à un rhomboèdre ou à un prisme ; c'est le degré de symétrie qui existe dans toutes les faces, soit primitives, soit secondaires, que présentent les cristaux de ce corps : or, dans le sulfate de fer, on voit toutes les modifications dont ces cristaux sont susceptibles également placées deux à deux, trois à trois ou six à six, par rapport à une même ligne qui passe par deux angles solides opposés ; c'est ce qui m'a paru *bien constant*, soit dans tous les cristaux que j'ai obtenus, soit dans ceux que fournissent journellement nos fabriques. Les figures que M. Haüy a données de ce sel (planc. 79) sont parfaitement exactes, et il suffit d'y jeter les yeux pour reconnaître que les facettes marquées *n*, *o*, *s*, *r*, *z* sont toutes ordonnées par rapport à un *axe* qui joint les deux angles solides aigus. Cet axe indique donc un système cristallin pyramidal, si on peut s'exprimer ainsi, et qui est par conséquent tout-à-fait étranger

à un système de prisme oblique. Dans les cas où ce dernier système cristallin existe, la symétrie des modifications est tout-à-fait différente ; jamais les facettes qui modifient une forme dominante ne sont toutes ordonnées par rapport à un même axe passant par deux angles solides opposés, et par conséquent les arêtes où les angles sur lesquels ces modifications ont lieu n'ont pas cette symétrie que présente un rhomboèdre.

» L'expression *dimension linéaire* que M. Wollaston emploie semble indiquer qu'il a pris en considération les dimensions relatives que présentent les arêtes des cristaux obtenus. C'est ce que je crois reconnaître plus bas lorsqu'il cite une expérience d'ailleurs entièrement semblable à une de celles que j'ai rapportées dans le dernier Mémoire que j'ai présenté à l'Académie des Sciences (*Recherches sur les causes qui font varier les formes cristallines d'une même substance minérale*), et dont il a obtenu, comme moi, des cristaux très-allongés de sulfate de fer mélangé de cuivre : il dit, à ce sujet : *la forme prismatique est tellement allongée qu'elle montre évidemment qu'elle n'est pas un rhomboèdre.*

» Je ne puis en aucune manière être de cet avis ; un rhomboèdre peut s'allonger dans un sens, et alors il présente en effet une espèce de prisme oblique à base rhombe ; mais quoique les arêtes soient inégales dans leurs dimensions, le caractère rhomboédrique n'en existe pas moins, et il se retrouve dans la symétrie des modifications. En effet, j'obtiens à volonté de ces mêmes cristaux allongés et modifiés par des facettes additionnelles, et je reconnais évidemment que toutes ces facettes sont symétriquement placées par rapport à un seul axe ; ca-

ractère qui décèle rigoureusement le système rhomboèdre.

» 2°. M. Wollaston paraît croire que je considère les cristaux que j'ai obtenus, comme mélangés *mécaniquement* de divers autres sels, et cela d'une manière analogue à ce qui a lieu dans le grès de Fontainebleau. Je n'ai jamais eu cette idée, et une des notes que j'ai placées dans mon Mémoire le prouve suffisamment. Je pense aussi qu'on peut, si l'on veut, regarder ces associations comme des combinaisons; mais puisqu'elles se font en proportions variables, il était nécessaire de les distinguer des combinaisons en proportions définies, et c'est pour cela que j'ai adopté l'expression *mélange chimique*.

» 3°. M. Wollaston cite des expériences où il a fait dissoudre ensemble du sulfate de cuivre et du sulfate de zinc, tous deux parfaitement exempts de fer, et dit avoir obtenu des cristaux qui avaient la forme du sulfate de fer.

» Les expériences analogues que j'ai faites, et dont j'avais déjà consigné l'idée dans mon Mémoire, m'ont prouvé que ces cristaux, semblables à ceux du sulfate de fer, renferment tous des traces de ce dernier sel; et je suis porté à croire que ceux que le savant chimiste a obtenus en renferment également : mais pour le découvrir, il faut analyser une assez grande quantité de ces cristaux. Dans les cas où j'ai employé du sulfate de zinc et du sulfate de cuivre préparés avec le plus grand soin, et qui, sur des masses assez considérables, ne présentaient aucune trace de sulfate de fer, je n'ai jamais obtenu que des cristaux de sulfate de cuivre ou de sulfate de zinc.

» Après avoir exposé les idées que je crois pouvoir adopter, et avoir précisé celles que j'ai émises, j'ajouterai

que je suis parfaitement d'accord avec M. Wollaston relativement à la forme du sulfate de nickel : c'est bien certainement un octaèdre symétrique à base rectangle, ou, si l'on veut, un prisme droit à base rectangle. Les cristaux que M. Haüy a examinés n'ont été nommés *sulfates de nickel* que d'après Leblanc, qui, en ce point comme en plusieurs autres, n'a pas examiné les résultats avec assez de soin. Ces cristaux appartiennent bien certainement au sulfate double de potasse et de nickel; la forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique; ce qui est démontré par la symétrie particulière que présentent les diverses variétés cristallines de ce sel, dont j'ai obtenu plusieurs fort belles.

» L'observation qui termine la note de M. Wollaston, où il décrit des cristaux de sulfate de nickel en petits octaèdres agglutinés (cémentés) par du sulfate double de nickel et de potasse, me paraît être du plus haut intérêt pour la théorie des mélanges de divers sels avec conservation de la forme d'un d'entr'eux. Elle rentre parfaitement dans toutes les idées qui m'ont été suggérées par les nombreuses expériences que j'ai faites à ce sujet.

» Je termine en témoignant à M. Wollaston combien je suis flatté que mon travail ait pu fixer son attention. Je desire beaucoup que les nouvelles expériences que je viens de présenter à l'Académie puissent aussi la mériter, et qu'il veuille bien éclairer de ses observations la nouvelle route que j'ai essayé de parcourir.

» Je suis, etc. »

F. F. Beudant.

# Suite *de l'Appendice à l'essai sur les composés d'azote et d'oxigène.*

Par John Dalton. (VII. 36.)

IV. *Expériences sur l'analyse du gaz nitreux, de l'oxide nitreux et de l'ammoniaque, en faisant détonner leurs mélanges sur le mercure.*

Proust est, je crois, le premier qui ait fait l'analyse du gaz ammoniac en le faisant détonner avec l'oxigène dans l'eudiomètre de Volta. (*Journ. de Phys.* 1799, vol. 49.) A. Berthollet s'est servi de ce procédé en 1808, et le Dr Henry en 1809. Le Dr Henry découvrit en même temps que l'on peut faire l'analyse de l'ammoniaque aussi bien avec le gaz nitreux et l'oxide d'azote qu'avec l'oxigène. Gay-Lussac et, à ce qu'il me paraît, quelques autres chimistes soutiennent que 100 mesures de gaz ammoniac sont composées de 50 d'azote et de 150 d'hydrogène; tandis que, d'après mes expériences, ainsi que celles de Davy et de Henry, 100 mesures d'ammoniaque ne produisent, quand on les décompose par l'électricité, que 186 ou 190 de gaz, dans lequel je trouve 28 ou 29 pour 100 d'azote, et le reste est de l'hydrogène.

*Observations des Rédacteurs.*

L'article dont nous ne donnons ici que les premières lignes renferme une discussion des anciennes expériences du Dr Henry sur l'analyse de l'ammoniaque au moyen du deutoxide d'azote, et les nouvelles expériences de M. Dalton pour déterminer la nature du

protoxide et du deutoxide d'azote, et celle de l'ammoniaque. Ces recherches ont eu pour résultat de faire persister M. Dalton dans son opinion, d'après laquelle;

Le gaz ammoniac est composé de 52 azote et de 133 d'hydrogène;

Le protoxide d'azote, de 99 azote et de 58 d'oxigène;

Le deutoxide d'azote, de 46 azote et de 55 d'oxigène;

L'acide nitrique, de 180 de deutoxide d'azote et de 100 d'oxigène;

L'acide nitreux, de 360 de deutoxide d'azote et de 100 d'oxigène.

Nous nous étions d'abord proposé, par respect pour l'autorité d'un physicien aussi distingué, de traduire en entier cette partie de son Mémoire; mais en examinant ses procédés d'analyse, nous avons cru remarquer qu'ils n'étaient pas très-exacts, et que M. Dalton se livrait quelquefois à des corrections d'après des données trop peu sûres pour ne pas paraître arbitraires. C'est par ces motifs que nous nous sommes déterminés à abréger notre extrait et à l'accompagner de quelques observations.

La grande objection qu'on peut faire à M. Dalton est qu'il se sert, pour analyser un composé qu'il ne connaît pas, d'un autre composé qu'il ne connaît pas mieux. C'est en effet par l'ammoniaque qu'il analyse les oxides d'azote, et, par ces derniers, l'ammoniaque; et c'est avec les résultats qu'il obtient par un procédé si peu rigoureux qu'il combat les expériences d'A. Berthollet sur l'analyse de l'ammoniaque, toutes faites par des moyens directs et précis, et dont nous n'avons pas balancé à adopter les résultats, parce que nous en avons été témoins. (*Mém. d'Arcueil.* II. 268.)

M. Dalton cite à l'appui de ses résultats ceux de M. Davy; mais il ne rappelle pas que cet illustre chimiste est depuis plusieurs années d'une opinion toute différente de la sienne. Il trouve que lorsqu'on décompose le deutoxide d'azote par le sulfure de potasse qui le change en protoxide, le gaz est réduit de 100 mesures à 45, comme Davy l'a déterminé. Cependant, dans ses *Elémens de Chimie* publiés en 1812, p. 106 et 258, M. Davy admet qu'en décomposant un volume de protoxide d'azote par l'hydrogène, au moyen de l'étincelle électrique, on le trouve composé d'un volume d'azote et d'un demi-volume d'oxigène, condensés dans un espace égal à un. Il admet aussi, p. 107 et 260, que le deutoxide d'azote est composé de volumes égaux d'azote et d'oxigène sans condensation.

M. Davy est encore, sur la nature de l'ammoniaque, d'un autre sentiment que M. Dalton. Il adopte, p. 269, le résultat d'A. Berthollet, que le gaz ammoniac double de volume lorsqu'on le décompose par des chocs électriques, et il dit que, dans les expériences les plus exactes, le rapport en volume de l'azote à l'hydrogène est de 1 à 3. Pourquoi M. Dalton ne tient-il aucun compte de l'opinion de M. Davy fondée sur ses propres expériences ?

En discutant les résultats de M. Henry sur la détonnation d'un mélange de gaz ammoniac et de deutoxide d'azote, quoique M. Henry n'ait employé que 48 mesures de gaz ammoniac, M. Dalton lui en compte 54, et c'est bien peu; car il a trouvé que 30 mesures de ce gaz étaient décomposées, quoiqu'il n'y en eût *apparemment* que 20, tant est grand l'effet de la petite quantité

d'humidité imperceptible qui recouvre les parois des tubes sur le mercure. M. Henry répondrait sans doute qu'il est loin d'avoir si mal séché ses tubes, et qu'il n'est pas permis de corriger si largement les expériences des autres quand on ne connaît pas les circonstances dans lesquelles elles ont été faites. Pour notre part, nous pouvons assurer que lorsqu'on prend la précaution de sécher les tubes, on n'observe rien de semblable à ce que M. Dalton dit avoir obtenu.

Dans ses expériences sur la combinaison du deutoxide d'azote avec l'oxigène, sur un bain de potasse ou de soude caustiques, M. Dalton n'a jamais obtenu une absorption de 400 du premier pour 100 du second, pas même celle de 360 qu'il obtient sur l'eau pure. A quoi tient une différence si singulière ? Sans l'expliquer, M. Dalton croit pouvoir attribuer à la présence d'un peu d'hydrogène sulfuré dans la potasse employée par M. Gay-Lussac, la grande absorption qu'il a observée, parce que ce gaz aura converti un portion de deutoxide en protoxide d'azote. Cette explication n'est pas fondée; car la potasse de M. Gay-Lussac, bien loin de contenir de l'hydrogène sulfuré, n'offrait que des traces d'oxide d'argent, ayant été préparée dans des vases de ce métal. Il est possible, au reste, que cet argent, qui, dans la quantité de potasse employée, ne s'élevait pas certainement au-delà d'un dixième de milligramme, ait été cause de la grande absorption qu'il a obtenue, et nous laissons à M. Dalton à l'expliquer.

Quoi qu'il en soit, on réussit constamment à produire une absorption de 400 parties de deutoxide d'azote pour 100 de gaz oxigène, en employant une dissolution concentrée de potasse, et en ayant l'attention qu'elle mouille

bien les parois du tube : le deutoxide d'azote dont nous nous sommes ordinairement servis était très-pur, et avait été préparé avec le mercure et l'acide nitrique; mais nous ne croyons pas que le succès de l'opération dépende de cette circonstance. Le deutoxide d'azote, en opérant comme nous l'avons indiqué, fournit un excellent moyen eudiométrique; car l'absorption est de 5 parties pour une d'oxigène, et il peut être employé là où l'hydrogène ne pourrait l'être.

En terminant ces observations, nous nous permettrons, non de réclamer pour M. Gay-Lussac la découverte de l'acide nitreux pur à l'état liquide, mais de rappeler le titre d'après lequel M. Dulong et, sur son assertion, plusieurs autres chimistes l'attribuent à M. Berzelius. Voici comment le successeur de Schéele s'exprime (*Ann. de Chim.* LXXX. 181) :

« En voulant évaporer l'eau de cristallisation retenue » par le nitrate de chaux qui resta dans la cornue, j'y » adaptai un petit récipient rempli de muriate de chaux; » mais l'acide se décomposa en même temps, et distilla » en gouttes jaunes et fumantes. Ainsi, cette dernière » expérience ne produisit pas le résultat que j'avais » souhaité, c'est-à-dire, d'obtenir l'eau de cristalli- » sation séparément dégagée. »

C'est là tout ce que M. Berzelius dit de l'acide nitreux, qu'il n'a pas regardé comme un produit particulier, parce qu'il y a une foule de circonstances où, sans obtenir cet acide pur, on obtient des *gouttes jaunes et fumantes.* M. Gay-Lussac, n'ayant pas examiné sa nature, et trompé par l'assertion des chimistes que l'acide nitreux était un gaz permanent, avait cru, d'après la propriété qu'il a

de donner beaucoup de deutoxide d'azote en se mêlant avec l'eau, et de produire un acide coloré, que c'était de l'acide hyponitreux; mais M. Dulong a clairement établi que cet acide est liquide à la température ordinaire, et qu'il ne doit point cette propriété à la présence de l'eau.

---

## SUR *les Degrés de sulfuration du cuivre.*

### Par le Prof. DOEBEREINER.

LORSQU'ON unit le soufre avec le cuivre au moyen de la chaleur, on obtient un sulfure d'un gris bleu, qui est composé de 100 de cuivre et de 25 de soufre, et qui correspond au premier degré d'oxidation du cuivre.

On n'a point encore parlé, que je sache, d'un autre sulfure correspondant au deuxième degré d'oxidation du métal, et qui est par conséquent composé de 100 de cuivre et de 50 de soufre. On obtient ce sulfure toutes les fois que l'on précipite une dissolution de cuivre par l'hydrogène sulfuré : après la dessiccation, il est d'un gris bleu sombre. Par la voie humide, il n'est attaqué ni par les acides ni par les alcalis ; mais, au moyen de la chaleur, il perd la moitié de son soufre et passe à l'état de protosulfure. (*Journ. de Schweigger*. XVII. 414.)

---

*Observation.* Il y a long-temps que M. Proust a avancé, dans son Mémoire *sur le cuivre*, imprimé dans le *Journal de Physique*, qu'il existe deux sulfures de cuivre. Il n'est point exact de dire que le deuto-sulfure

n'est pas attaqué par les acides ; car l'acide nitrique très-faible le décompose avec une grande facilité. Nous ferons remarquer que ce sulfure, humide, se sulfatise promptement à l'air, et que le protosulfure, placé dans les mêmes circonstances, n'épouve point d'altération sensible, au moins dans l'espace de quelques mois. Il est indispensable, si l'on veut avoir du deutosulfure sec, de le dessécher sans le contact de l'air.

M. Doebereiner annonce avoir trouvé un troisième sulfure, composé de parties égales de soufre et de métal, en décomposant une dissolution de deutoxide de cuivre par un hydrosulfate sulfuré ; mais il n'a point réussi, dit-il, à former l'oxide correspondant, qui serait composé de 100 de cuivre et de 50 d'oxigène. Nous nous permettrons de dire que ce troisième sulfure ne peut être admis, d'après l'autorité seule de M. Doebereiner, malgré l'exacte proportion qu'il a trouvée entre ses élémens : car il est un résultat de sa manière de voir, et non de l'expérience.

---

Narrative *of an Expedition*, *etc.*, c'est-à-dire, *Histoire de l'Expédition qui avait été chargée en* 1816 *d'explorer le fleuve* Zaïre, *nommé communément le* Congo, *sous le commandement du capitaine* J. K. Tuckey, *de la Marine royale. Londres. Un volume* in-4°. 1818.

Publiée par ordre des Commissaires de l'Amirauté, sous l'inspection et avec des notes de M. *John Barrow.*

( Extrait. )

Les tentatives qu'on a faites depuis un certain nombre d'années pour ajouter aux connaissances que les anciens nous

avaient transmises sur la géographie de l'intérieur de l'Afrique ont été assez généralement infructueuses, et l'on pourrait même dire, avec quelque apparence de raison, que nous sommes moins avancés sur ce point que Ptolémée. L'expédition dont les *commissaires de l'amirauté* viennent de publier l'histoire avait été entreprise en 1816, sous des circonstances favorables, dans la vue d'éclaircir une question qui de tous temps a fixé l'attention des savans : je veux parler du cours du grand fleuve connu sous les noms de *Niger* ou de *Joliba*.

Non-seulement l'embouchure du Niger n'a point été découverte jusqu'ici ; mais, qui plus est, la direction même de la course de ce fleuve était naguère un objet de doute. Hérodote, il y a plus de vingt siècles, et Ptolémée après lui, le faisaient couler de l'*ouest* à l'*est*. Les Portugais, d'accord sur ce point avec quelques écrivains arabes, soutinrent ensuite qu'il marchait dans un sens tout contraire ; mais Mungo-Park, dans ses deux *Voyages*, a prouvé sans réplique, que les anciens s'étaient déjà procuré à cet égard des notions exactes, et que dans les mêmes parages où le *Sénégal* et le *Gambie* coulent de l'*est* à l'*ouest* vers l'Océan atlantique, le *Niger* roule ses flots dans une direction diamétralement opposée. Reste à savoir où ce fleuve se termine.

Les savantes recherches que le major Rennel a faites à ce sujet, l'ont conduit à admettre que le *Niger* se perd dans le lac de *Wangara*, au milieu du continent. Cette opinion semble une conséquence nécessaire de la direction du courant, puisque aucune rivière considérable ne se décharge dans la mer sur la côte orientale de l'Afrique, depuis le détroit de Bab-el-mandeb jusqu'au cap des *Corientes*, situé en face de l'extrémité méridionale de Madagascar. D'autres hypothèses ont cependant été adoptées par les géographes arabes : celle, par exemple, qui consiste à regarder le Niger comme une bran-

che du Nil ; mais le major Rennel a prouvé, par les mesures barométriques de Bruce, que le Nil traverse une contrée dont la surface est considérablement plus élevée au-dessus de la mer que celle où Mungo-Park a vu couler le Niger. Il est d'ailleurs évident que si ce dernier fleuve débouchait dans le Nil, les crues en Egypte atteindraient leur plus grande hauteur long-temps après l'époque où le Niger présente le même phénomène sur la côte occidentale de l'Afrique : ce qui est contraire aux observations.

Quelques géographes modernes, tout en admettant que le Niger, depuis son origine jusque vers le méridien de Tombouctou, coule constamment de l'*ouest* à l'*est*, ont supposé que la forme du terrain, dans l'intérieur de l'Afrique, permet ensuite à ce fleuve de revenir sur ses pas, et ont cherché son embouchure sur la même côte où la source est située.

Deux opinions distinctes ont été avancées à ce sujet. M. Reichard, géographe allemand, a maintenu que le Rio del Rey, le Formose et quelques autres rivières qui se jettent dans le golfe de Benin, ne sont que des bras séparés d'un seul et même fleuve qui, suivant lui, est le Niger. Mais on n'a jusqu'ici aucune preuve certaine de l'existence des bifurcations nombreuses que ce système suppose ; et même, si l'on doit s'en rapporter aux récits des marchands d'esclaves, il n'y a, dans cette partie de l'Afrique, aucun fleuve considérable.

A l'époque où Mungo-Park entreprit son second voyage, M. Maxwell lui suggéra l'idée que le grand fleuve connu sous les noms de *Congo* ou *Zaïre*, et dont l'embouchure est située dans l'Océan atlantique, par *six* degrés environ de latitude sud, pourrait bien être l'issue si inutilement cherchée jusque là du Niger. M. Rennel se montra fort opposé à cette hypothèse, tandis que Park l'adopta avec chaleur.

« Aucune découverte (écrivait-il à lord Camden, avant de » quitter l'Angleterre), si l'on en excepte celle du cap de » Bonne-Espérance, ne pourrait, sous le rapport des avan- » tages que le commerce en retirerait, être comparée à la » découverte géographique que la remarque de M. Maxwell » semble promettre. » L'inspection des lieux et les renseignemens qui lui furent donnés ensuite par les nègres, fortifièrent ces idées : l'un d'eux, et c'était un des voyageurs africains les plus renommés, lui assura qu'après avoir dépassé *Kashna*, le Niger dirigeait subitement sa course *vers le sud*, et qu'il n'avait jamais entendu dire qu'il se déchargeât dans un lac. Aussi, dans les dernières lettres que cet intrépide voyageur écrivit à sa famille, à l'amirauté et à sir Joseph Bancks, *à une époque où il suivait le cours du Niger de l'ouest à l'est*, parlait-il de son retour en Angleterre par la voie de Rio-Janeiro, où il comptait se rendre après avoir atteint l'embouchure du fleuve sur la côte *occidentale* de l'Afrique.

Trois objections principales ont été faites contre l'hypothèse adoptée par M. Maxwell et Mungo-Park.

On a avancé d'abord que les monts Kong se rattachent à la chaîne désignée par le nom de *montagnes de la Lune*, et forment ainsi dans le centre de l'Afrique, par les 10° de latitude nord, une barrière que le Niger ne pourrait franchir. M. Barrow répond à cela qu'on n'a aucune donnée positive ni sur la situation de cette chaîne ni sur sa prétendue liaison avec celle où le Niger, le Sénégal et le Gambie prennent leur source ; et que lors même qu'une telle barrière existerait, on ne pourrait pas en conclure qu'elle doit nécessairement arrêter le Niger. Le Bourampouter, le Sutlej et l'Indus, dont les sources sont en Tartarie, ne traversent-ils pas l'Himmalaïa, qui est à-la-fois, comme on sait, la plus haute et la plus large chaîne de montagnes des deux mondes? Et sans citer de nouveaux exemples, le Delaware et le Potomac ne

se sont-ils pas ouvert un passage à travers la chaîne des Alleghennys? etc.

On a fait une objection, au premier aperçu plus difficile à résoudre dans le système que nous discutons, et qui est tirée de l'étendue immense qu'aurait le cours du Niger si le Zaïre en était le prolongement. En tenant compte des détours, l'embouchure de ce fleuve serait alors à plus de 4000 milles anglais (1500 lieues) de la source. Celle-ci semblerait donc devoir être très-élevée, tandis qu'on sait que Park atteignit le Niger en partant du Sénégal, sans avoir à franchir aucune montagne considérable. Mais en examinant l'objection de plus près, on trouve que le Niger aurait une pente supérieure à celle de l'Amazone ou du Gange, alors même que la hauteur de sa source au-dessus de la mer égalerait seulement 500 toises : or, il est évident que Park, dépourvu de tout moyen de mesure, a pu souvent, après plusieurs journées de marche, atteindre des hauteurs pareilles sans s'en apercevoir.

Si le Niger traversait, comme M. Maxwell le suppose, une si grande étendue de l'Afrique, les Mahométans, dont l'esprit de prosélytisme est connu, n'auraient pas manqué de profiter d'un moyen de communication aussi facile pour étendre leurs doctrines au midi de l'équateur : or, les voyageurs n'en ont trouvé aucune trace sur les rives du Congo. Telle est la troisième objection qu'on a faite contre l'identité présumée du Zaïre et du Niger. M. Barrow répond que ce dernier fleuve peut fort bien tenir la course qu'on lui attribue, sans qu'on ait le droit de supposer qu'il est d'une navigation facile, et que des cataractes et des bancs de sable n'obstruent pas quelquefois le courant. Il demande d'ailleurs, à son tour, comment il arrive que la religion mahométane ne se trouve établie presque nulle part au sud du Niger, dans la partie qui a été visitée, quoique là les moyens de passage d'une rive à l'autre soient si communs? Peut-on d'ailleurs

assurer que des causes morales qui auront échappé à l'attention des voyageurs, ne se sont pas autant opposées à l'extension de l'islamisme parmi les nègres, que des difficultés physiques telles qu'une chaîne de montagnes, le cours d'un fleuve et l'existence d'un désert de sable?

Tel était en abrégé l'état de nos connaissances au sujet du cours du Niger, lorsque le gouvernement anglais donna au capitaine Tuckey le commandement d'une expédition destinée à remonter aussi avant que possible le Zaïre, vulgairement appelé *le Congo.* Des naturalistes distingués, MM. Smith, Tudor et Cranch furent associés à cet officier. Un bâtiment d'une forme particulière et approprié aux difficultés qu'on prévoyait, fut construit tout exprès dans le chantier Chatham. Des chaloupes doubles, tirant très-peu d'eau, et faites sur un nouveau plan avec des matériaux très-légers, devaient servir à franchir les bas-fonds, et pouvaient d'ailleurs être aisément transportées par terre durant un certain espace si des cataractes se présentaient. Une ample collection d'instrumens d'astronomie, de physique, de météorologie, fut mise à la disposition des observateurs. Jamais expédition scientifique n'avait été entreprise avec plus de moyens de découvertes, avec plus de chances de succès : et cependant, par une fatalité presque inexplicable, jamais de tels préparatifs n'eurent un si triste résultat. Le capitaine Tuckey, son lieutenant, les trois naturalistes, le trésorier du batiment, dix matelots et un passager, en tout dix-huit personnes, sur cinquante-six dont l'expédition était composée, moururent dans le court espace de trois mois. Cette mortalité doit paraître d'autant plus étrange que, d'après le journal du commandant, l'atmosphère, pendant toute la durée de la navigation sur le Congo, fut remarquablement sèche, et que le thermomètre, qui d'ordinaire marquait en plein midi 24° centigrades, ne variait jamais consi-

dérablement du jour à la nuit. Il paraît, par le rapport du chirurgien, M. M' Kerrow, que chez la plupart la mort fut la suite d'accès de fièvre très-violens; mais que d'autres, qui avaient éprouvé de grandes fatigues, succombèrent d'épuisement.

La fin malheureuse de l'expédition nous a privés des découvertes importantes qu'on avait droit d'attendre du zèle et de l'habileté du capitaine Tuckey. Les géographes et les naturalistes touveront toutefois dans son journal et dans celui du professeur Smith, qui ont été l'un et l'autre publiés textuellement par M. Barrow, des documens précieux sur une contrée remarquable, et jusqu'ici fort imparfaitement connue.

On est obligé, en parcourant ces journaux, de beaucoup rabattre des descriptions pompeuses que les Portugais et les navigateurs qui se livraient à la traite des nègres, avaient données de l'embouchure du Zaïre, de la rapidité du courant, de son effet sur les marées, etc.; mais, en d'autres points, la nouvelle expédition a confirmé les anciens rapports.

Le Congo avait été généralement représenté, par exemple, comme un fleuve d'un lit très-profond : or, on trouve, dans le journal du capitaine Tuckey et dans celui du *Master*, M. Fitzmaurice, que, près de l'embouchure et à une assez grande distance dans l'intérieur, la sonde n'apportait aucune trace du fond, quoiqu'elle fût descendue à 130 ou 140 *fathoms* (plus de 250 mètres). Quant à la vitesse du courant, on l'avait évidemment exagérée; car rarement elle parut surpasser cinq nœuds à l'heure.

Au Congo, comme par-tout ailleurs, la marée produit l'effet d'une digue qui viendrait se placer subitement à l'embouchure du fleuve; mais on observa ici cette circonstance particulière et remarquable que, tandis qu'il s'établissait sur l'une et l'autre rive deux courans qui remontaient vers la source,

les eaux du milieu, ne cessaient pas de couler vers la mer. Le Zaïre, en face d'Embomma, à 60 milles anglais (20 lieues) de la mer, n'a pas moins de 4 ou 5 milles (une lieue et demie) de largeur; mais plus avant dans les terres, à 140 milles (47 lieues) du cap Padron, le lit se resserre considérablement, et les deux rives, dans une étendue de 12 lieues, ne sont plus distantes que de trois ou quatre cents mètres. Cette partie n'est pas navigable, même pour les plus petites chaloupes : des blocs de rochers schisteux répandus çà et là dans le courant y produisent de nombreuses cascades et des tourbillons dont il serait très-dangereux d'approcher. A 90 lieues de l'embouchure, ou à 30 lieues d'Inga, le fleuve reprend son aspect imposant et coule sans obstacle, dans un lit de quatre milles (une lieue $\frac{1}{3}$) de large, avec une vitesse de trois milles à l'heure, et entre deux rives couvertes d'une végétation vigoureuse.

MM. Tuckey, Smith et Fitzmaurice ne virent pas sans surprise combien est petite la quantité d'eau qui se fait jour entre les rochers, dans la partie resserrée du Congo, lorsqu'on la compare à celle qui remplit le vaste lit de ce fleuve, tant près de l'embouchure qu'au-dessus des cataractes. Suivant eux, une masse de fluide très-considérable s'écoule par un passage souterrain de plusieurs lieues d'étendue, et ne ressort qu'à *Pointe-Sondie*, où elle donne naissance à des tourbillons très-rapides et qui dérangent le cours régulier du courant.

Le journal du capitaine Tuckey renferme des notes de quelque importance au sujet de la communication supposée du Niger et du Zaïre par le lac de Wangara. On sait que les époques des pluies régulières dans la zone torride sont liées au cours du soleil; qu'au nord de l'équateur, elles tombent en très-grande abondance lorsque cet astre parvient au tropique du Cancer, et que son passage par le tropique du Capricorne détermine un phénomène analogue dans l'hémi-

sphère austral. Les crues du Niger devront donc atteindre leur *maximum* en juillet, et si le fleuve se jette dans le Wangara, n'y occasionner un accroissement considérable que vers le mois d'août : car, bien qu'on ignore quelle est exactement la position de ce lac, on sait néanmoins qu'il est fort éloigné des montagnes où le Niger prend sa source. La distance du Wangara au Congo ne doit pas être moindre que 14 à 1600 milles; en adoptant une course de 2 milles $\frac{1}{2}$ à l'heure, qui est la vitesse moyenne du Zaïre au-dessus des *rapides*, cette distance serait parcourue en un mois environ. La crue du Wangara, en supposant que le Zaïre en sorte, ne se fera donc sentir, à l'embouchure du fleuve, que dans les premiers jours de septembre : et c'est en effet là ce que le capitaine Tuckey a observé. La crue du Zaïre, si elle avait été occasionnée comme on pourrait l'imaginer, par des pluies tombées au sud de la ligne, aurait été brusque et considérable : tandis que celle dont parle notre voyageur n'élevait le niveau du fleuve que de 3 à 6 pouces en vingt-quatre heures.

Il paraîtrait, d'après les observations qui sont consignées dans le journal du commandant, que nulle part les crues totales du Congo, dont on a trouvé des marques évidentes sur les rochers, ne surpassent 10 à 11 pieds anglais (3 mètres $\frac{1}{3}$). Cette quantité, quand on la compare aux immenses accroissemens que le Nil, l'Orénoque, l'Amazone, etc. reçoivent dans la saison des pluies, tend à fortifier l'hypothèse en question, et à faire considérer, pour ainsi dire, les crues du Zaïre comme l'effet du trop-plein d'un lac étendu où ce fleuve prendrait son origine. Quelle que soit, au reste, la confiance qu'on veuille accorder à des considérations de ce genre, il demeurera toujours évident que le Congo, ou du moins une de ses branches, doit avoir sa source au nord de l'équateur : car, dans toute autre supposition, on ne saurait

comment expliquer l'origine de la crue observée le 1[er] septembre, ou dans la saison sèche de l'hémisphère austral.

On a trouvé dans les papiers du capitaine Tuckey une série d'observations météorologiques faites pendant trente jours (du 20 juillet au 20 août), dans diverses parties du fleuve, au-dessus des cataractes : je l'ai transcrite ici, en réduisant les degrés de Fahrenheit à l'échelle centigrade. On y verra que la température de l'air n'a jamais surpassé 26°,7, et n'est pas descendue au-dessous de 20°,6 ; celle de l'eau, à midi, s'est presque toujours maintenue à 24°,4.

| | | Air à 8 h du matin. | Air à midi. | Air à 8 heures du soir. | Eau du fleuve à midi. |
|---|---|---|---|---|---|
| Juillet 1816. | 20 | 22°,2 | 23°,3 | 22°,8 | 23°,9 |
| | 21 | 21,7 | 24,4 | 23,3 | 24,4 |
| | 22 | 22,2 | 23,9 | 23,3 | 24,4 |
| | 23 | 22,2 | 23,9 | 23,9 | 24,4 |
| | 24 | 22,2 | 23,3 | 22,8 | 25,0 |
| | 25 | 21,7 | 24,4 | 24,4 | 25,0 |
| | 26 | 22,2 | 25,6 | 26,7 | 24,4 |
| | 27 | 22,8 | 25,6 | 25,0 | 25,0 |
| | 28 | 20,6 | 26,7 | 24,4 | 24,4 |
| | 29 | 21,1 | 25,6 | 23,3 | 23,9 |
| | 30 | 21,1 | 24,4 | 24,4 | 24,4 |
| | 31 | 21,7 | 24,4 | 23,3 | 24,4 |
| Août. | 1 | 20,6 | 22,8 | 23,9 | 24,4 |
| | 2 | 21,7 | 22,8 | 24,4 | 24,4 |
| | 3 | 21,7 | 23,3 | 24,4 | 24,4 |
| | 4 | 20,6 | 24,4 | 24,4 | 24,4 |
| Août. | 5 | 21°,7 | 25°,6 | 25°,6 | 25°,0 |
| | 6 | 22,2 | 26,7 | 25,6 | 24,4 |
| | 7 | 22,2 | 25,0 | 25,0 | 25,6 |
| | 8 | 21,7 | 25,0 | 24,4 | 24,4 |
| | 9 | 20,6 | 25,6 | 25,6 | 25,6 |
| | 10 | 20,6 | 24,4 | 24,4 | 25,6 |
| | 11 | 21,1 | 24,4 | 23,9 | 25,0 |
| | 12 | 20,0 | 25,0 | 25,6 | 24,4 |
| | 13 | 21,1 | 24,4 | 25,0 | 24,4 |
| | 14 | 22,8 | 25,6 | 24,4 | 25,0 |
| | 15 | 22,2 | 25,6 | 24,4 | 25,0 |
| | 16 | 22,2 | 25,0 | 23,9 | 24,4 |
| | 17 | 21,1 | 24,4 | 24,4 | 24,4 |
| | 18 | 21,7 | 24,4 | 25,0 | 25,6 |
| | 19 | 21,7 | 25,6 | 25,0 | 25,0 |
| | 20 | 20,6 | 25,6 | 23,9 | 24,4. |

Les crocodiles et les hippopotames fourmillent dans le Zaïre, particulièrement au-dessus des cataractes, où on les rencontre d'ordinaire par troupes de dix à douze. Nos voyageurs se sont assurés que la chair d'hippopotame fournit un excellent aliment ; mais il ne paraît pas que les naturels en fassent un grand usage. En général les nègres qui habitent les

rives du Congo sont extrêmement peu recherchés dans la préparation de leur nourriture. M. Tuckey les a vus faire griller des volailles recouvertes de toutes leurs plumes, et dévorer des morceaux de bouc à peine chauffés, et qui n'étaient dépouillés ni de la peau ni des poils. Les seuls objets qu'on apporte dans les marchés sont du manioc, du maïs, dont on fait deux récoltes dans l'année, des citrouilles, des pistaches, des pommes de terre, et une liqueur très-agréable qu'on nomme *palm wine*, et qui n'est autre chose que le suc qui découle en abondance d'une espèce particulière et fort élevée de palmier, lorsqu'on perce le tronc près du sommet. Les nègres ont remarqué que l'opération ne réussit que la nuit, et qu'après le lever du soleil, il ne s'écoule, par la blessure du tronc, que de très-petites quantités de liquide. Le *palm wine*, peu de temps après son extraction, a un goût assez analogue à celui du cidre : il est sain, fort rafraîchissant, et possède à un degré remarquable la propriété, si précieuse sous les tropiques, d'étancher promptement la soif.

Si l'on en juge par la multitude d'animaux que M. Cranch était parvenu à recueillir pendant un séjour de trois mois sur les rives du Zaïre, cette contrée promet des découvertes intéressantes aux naturalistes que la fin malheureuse de l'expédition anglaise n'aura pas effrayés et qui tenteraient de nouveau de la parcourir. On a vu que des cataractes obstruent le fleuve dans un espace de douze lieues, et qu'on doit renoncer à l'idée de le remonter fort avant avec les mêmes embarcations. D'un autre côté, l'absence de toute bête de somme rend les voyages de terre fort difficiles. Les habitans, il est vrai, sur les bords du fleuve, sont pacifiques et hospitaliers, et l'on pourrait en attendre toutes sortes de secours ; mais on a moins de renseignemens sur les peuplades intérieures. Quelques voyageurs assurent qu'elles sont anthropophages. Des crânes et des ossemens humains grillés, que

MM. Smith et Cranch rencontrèrent près de *Shark-point*, semblèrent d'abord prouver que, sur le bord même du fleuve, l'expédition aurait affaire à des cannibales; mais M. Tuckey reconnut ensuite que la place où les naturalistes avaient fait cette découverte, était le lieu où l'on venait, de plusieurs lieues à la ronde, exécuter les criminels, et il apprit de plus qu'on jetait dans les flammes les corps de ceux qui s'étaient rendus coupables d'empoisonnement. Quoi qu'il en soit, les habitans du Congo ont laissé les éléphans, les lions et les léopards se multiplier à tel point qu'un voyage dans l'intérieur de la contrée serait nécessairement accompagné de grands dangers. M. Barrow, qui a le droit de donner des avis en fait d'expéditions difficiles, a tracé la marche qu'il conviendra de suivre si jamais les Européens tentent une seconde fois d'explorer le cours du Zaïre.

Une des parties les plus intéressantes de la relation du voyage au Congo, est le Mémoire de botanique que l'on doit à M. Robert Brown, correspondant de l'Académie des Sciences. Ce n'est point un catalogue aride de plantes rangées d'après un système artificiel, dans lequel disparaissent les rapports les plus intéressans de l'organisation végétale. Le Mémoire de M. Brown est calqué sur celui dans lequel ce célèbre naturaliste, à la suite de la relation du voyage du capitaine Flinders, nous a fait connaître, sous un point de vue très-philosophique, la flore de la Nouvelle-Hollande.

Le nombre des plantes recueillies par le professeur Smith et M. David Lockhart s'élève à 620 espèces, dont seulement 250 sont nouvelles. Les voyageurs ont été sur les rives du Congo dans la saison la plus sèche de l'année. Nous ne pouvons point entrer ici dans le détail des observations botaniques et géographiques de M. Brown; nous ferons remarquer seulement en général, qu'outre les recherches qui appartiennent purement à la *botanique descriptive*, son

Mémoire embrasse quatre objets distincts : 1° le nombre des plantes du Congo comparées à celles que MM. Smeathman, Brass et le professeur Afzelius ont recueillies à Sierra-Leone ; 2° les rapports numériques que MM. Brown et de Humboldt ont trouvés entre les divers climats et la distribution des végétaux par familles ; 3° l'indication des plantes utiles à l'homme, cultivées ou sauvages, avec des recherches sur leur patrie ; 4° le catalogue des végétaux qui sont communs à l'Afrique occidentale et à la côte opposée de l'Amérique, à l'Afrique occidentale et orientale, aux rives du Congo et aux côtes de la Nouvelle-Hollande et de l'Inde. La simple énumération de ces objets prouve combien, dans ces derniers temps, le domaine de la botanique s'est agrandi, et comment cette science, par l'étude des familles naturelles, par la connaissance plus intime de la distribution de la chaleur sur le globe, et par l'usage étendu des mesures barométriques, s'est affranchie de cet état d'isolement auquel elle avait été réduite depuis des siècles.

L'ouvrage dont je viens de présenter cet extrait détaillé est terminé par un appendice renfermant les remarques hydrographiques faites par le capitaine Tuckey et le *Master*, M. Fitzmaurice, depuis l'île Saint-Thomas jusqu'à l'embouchure du Zaïre. Ce Mémoire mérite toute l'attention des navigateurs ; car si les observations sont exactes, il faudra en conclure que sur les cartes les plus renommées, une partie du continent de l'Afrique est portée d'un degré trop à l'occident, et que les latitudes mêmes sont affectées d'erreurs très-graves.

---

*Observations détachées extraites des journaux du capitaine* Tuckey *et du professeur* Smith.

A Porto-Praya, capitale des îles du cap Vert, le 10 avril 1816, la température d'un puits de 18 pieds de profondeur

était égale à 24°,4 centigrades. (On sait qu'en général la chaleur des sources fait connaître assez exactement la température moyenne des lieux où elles sont situées.)

Le 10 août 1816, nos voyageurs trouvèrent une source dont la température était 22°,8 centigrades. (Ils étaient alors 200 toises plus élevés que le niveau du fleuve Zaïre.)

Le 11 septembre 1816, une source située sur la rive même du Zaïre par 5° de latitude sud, 17° de longitude à l'est de Paris et sortant d'une masse de roches calcaires, marquait également 22°,8 centigrades.

A quinze lieues du *cap Palmas*, à l'entrée du golfe de Guinée, la surface de la mer était 28° centigrades. A 200 fathoms (365 mètres) de profondeur, le thermomètre ne marquait plus que 18° centigrades. (M. Tuckey ne dit pas avec quel instrument il a pris la température du fond.)

Les localités paraissent avoir, indépendamment des latitudes, une très-grande influence sur la température de l'atmosphère. Durant une campagne que le capitaine Tuckey avait faite dans la mer Rouge en 1800, le thermomètre, à minuit, ne descendit jamais au-dessous de 34°,4 centigr.; au lever du soleil, il marquait généralement 40°, et à midi, de 44° à 45° centigr.

---

Le 12 mai 1816, par 2°30′ de latitude nord et 4° de longitude orientale, il tomba sur le bâtiment, dans l'espace de trois heures (d'une heure après midi à quatre heures), 3 pouces et $\frac{3}{10}$ d'eau. Il est facile de voir que cette pluie, continuée pendant les vingt-quatre heures, aurait fourni un tiers en sus de la quantité d'eau qui tombe à Paris durant toute l'année.

---

Après qu'on eut dépassé le *cap Palmas*, à l'entrée du golfe de Guinée, la mer commença à devenir blanchâtre. Dans le voisinage de l'Ile-du-Prince, le vaisseau paraissait se

mouvoir sur du lait. Les vagues acquirent en même temps un grand degré de phosphorescence, et, dans la nuit la plus obscure, étaient aussi resplendissantes que par le plus beau clair de lune. M. Tuckey attribue en grande partie la couleur blanche de l'eau à la multitude d'animaux de différens genres qui couvraient sa surface. En jetant dans la mer un sac qui se tenait ouvert à l'aide d'un cerceau, on pêcha principalement des *salpa* transparentes et des crustacées du genre *scyllarus*. On recueillit en même temps 13 espèces de *cancer*. « Dans l'une d'elles, la propriété lumineuse existait » dans le cerveau, comme on s'en assura avec un micros- » cope. Lorsque l'animal était en repos, cette partie ressem- » blait à une brillante améthyste, large comme la tête d'une » épingle : quand il se mouvait, le cerveau jetait des rayons » très-vifs et d'une teinte argentine. »

Le 5 avril, par 22° de latitude nord et 21°.30′ de longitude à l'ouest de Paris, la mer, qui, jusque là, avait été d'un azur très foncé, acquit subitement une teinte verdâtre, quoiqu'on fût alors à plus de trente lieues du cap *Cowoeira*, le point du continent le plus voisin, et que la sonde, à 120 fathoms, n'atteignît pas le fond. Cette altération dans la couleur des flots, si elle se manifestait par-tout à une aussi grande distance de la côte, serait une indication précieuse dont les navigateurs pourraient tirer un grand parti, et elle préviendrait quelques-uns des nombreux naufrages qui ont lieu dans le voisinage du *cap Blanc*. On ne saurait donc assez recommander aux officiers instruits de noter avec soin les phénomènes de ce genre. Peut-être serait-il nécessaire de joindre à de telles observations une indication précise des circonstances météorologiques; car il est présumable que l'état plus ou moins vaporeux de l'atmosphère a quelque influence sur la teinte que la mer paraît avoir.

Le 7 avril, la mer avait repris sa couleur habituelle.

Le 29 juin, dans la *baie de Loango*, les eaux de la mer paraissaient fortement rougeâtres, comme si elles avaient été mêlées avec du sang; mais cette teinte, suivant M. Tuckey, dépendait du fond, qui était rougeâtre lui-même.

---

A l'extrémité nord de l'Ile-du-Prince, dans le golfe de Guinée, le 16 mai 1816, latitude nord 1°.40′, longitude 4°.40′ à l'est de Paris, la déclinaison de l'aiguille était 21°.22′ ouest.

A l'extrémité sud de l'île de Rolle, le 7 mai 1816, latitude 0°, longitude 4°.24′. *E*, décl. 22°.7′. *O*. Le 25 mai, latitude 3°.49′.*S*, longit. 8°.45′. *E*, décl. 25°.30′. *O*. Le 26 mai, latitude 4°. 8′.*S*, longit. 8°.55′. *E*, décl. 25°.32′. *O*.

---

## EXTRAIT *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

### *Séance du lundi* 6 *avril* 1818.

M. DUPIN présente un manuscrit intitulé : VOYAGE EN ANGLETERRE; *Architecture hydraulique et civile de la marine.* Une commission l'examinera et fera son rapport à l'Académie.

M. de Lasalette adresse une *nouvelle lettre relative à la notation musicale des Grecs.* (Cet écrit est renvoyé à la commission déjà chargée du premier Mémoire de cet auteur.)

M. Biot présente un échantillon du verre employé par M. Stevenson dans le phare de Pell-Rock en Ecosse. Pour remplir parfaitement l'objet qu'on se propose dans l'établissement des phares, il ne suffit pas de se procurer

sur tel ou tel autre point de la côte un foyer de lumière très-intense ; il faut de plus que cette lumière ne puisse pas être confondue par les navigateurs avec celle des phares voisins. Aussi s'est-on beaucoup occupé des moyens de diversifier ces signaux. De toutes les méthodes jusqu'ici mises en pratique, celle qui est employée dans les phares à éclipses est sans contredit la plus sûre, puisqu'on est toujours à portée de varier la durée de l'apparition de la lumière et celle de l'éclipse, de manière, par exemple, que, dans toute l'étendue de la côte comprise entre Dunkerque et Bayonne, il ne se trouve pas deux signaux pareils. Malheureusement le mécanisme à l'aide duquel on dirige successivement le faisceau lumineux sur divers points de l'horizon est fort cher. Pour y suppléer, on a imaginé de placer des verres colorés devant les réflecteurs d'un certain phare, tandis qu'on conserve au phare le plus voisin une lumière blanche. Les verres dont on se sert à Pell-Rock sont rouges, et teints à la surface par une légère couche d'oxide. Ils m'ont paru bien peu foncés ; et je ne doute pas qu'un brouillard épais ne produisît naturellement une couleur aussi intense que celle qu'acquiert la lumière en traversant les verres que M. Biot a montrés. On assure que la fabrication de ces verres présente de grandes difficultés ; mais ne serait-il pas possible de les remplacer avec avantage par des cases rectangulaires, plus ou moins épaisses, et remplies de ces liquides qu'on voit dans les boutiques de tous les pharmaciens ? L'expérience mérite du moins d'être tentée.

M. Gillet-Laumont annonce que le *lithion* existe plus abondamment dans le *triphane* que dans la *pétalite*.

(*Voyez* la Note de M. Gillet dans le précédent Cahier.)

M. de Beauvois lit la description d'une aggrégation de pierres observée aux Etats-Unis d'Amérique, et connue sous la dénomination de *mur naturel*.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire continue la lecture de son *Mémoire sur les Organes pulmonaires*.

M. *Constantio*, médecin portugais, lit un *Mémoire sur les Effets d'un baume de M.* Malati, *médecin à Madrid.*

Avant de rapporter les effets merveilleux qu'on attribue au baume de M. Malati, nous attendrons que la Section de Médecine et de Chirurgie fasse le rapport dont l'Académie l'a chargée.

*Séance du lundi 13 avril.*

M. Moreau de Jonnès lit des *Recherches et observations sur les îles calcaires de l'archipel des Antilles.* (Renvoyé à l'examen d'une commission.)

Deux membres pris dans les Sections de Botanique et d'Agriculture sont chargés de rendre compte d'une série d'*observations* transmises par M. Dupetit-Thouars, et *relatives aux effets de la gelée sur les plantes.*

M. Girard lit un rapport *sur une machine* de MM. Lacroix et Peulvay.

Le modèle qui a été présenté à l'Académie est parfaitement exécuté et fait beaucoup d'honneur à MM. Lacroix et Peulvay. Tout en rendant une ample justice à ces artistes distingués, les commissaires ont été obligés de faire remarquer que feu M. Conté avait inventé depuis plusieurs années une machine analogue à la leur, et qui

existe au Conservatoire, dans le cabinet de physique de M. Charles.

*Séance du lundi 20 avril.*

On lit une lettre de M. Fresnel, qui prie l'Académie d'accepter le dépôt d'un paquet cacheté contenant des vues théoriques sur quelques phénomènes de la lumière. Le dépôt est accepté.

M. Le Rebours adresse un instrument nouveau qu'il appelle *micro-télescope*. Une commission l'examinera.

M. Pelletier lit un *Mémoire sur la Cochenille.* (Nous le ferons connaître prochainement.)

Deux membres de la Section de Chirurgie sont chargés d'examiner un fauteuil propre à faciliter l'accouchement, inventé par M. Rouget.

On lit le *résumé des observations météorologiques faites à Alais durant l'année* 1817, *par M. d'Hombres-Firmas.* (Nous le publierons dans le Cahier prochain.)

*Séance du lundi 27 avril.*

M. de Ranzon de Passan adresse une nouvelle lettre sur le théorême d'Archimède relatif au rapport du cylindre et de la sphère inscrite. (Renvoyé à l'examen d'un des géomètres de l'Académie.)

M. Poinsot lit un Mémoire sur la théorie des nombres intitulé : *Représentation analytique des résidus des puissances par la formule des racines imaginaires de l'unité.*

M. Julien-le-Roi présente une voiture d'une invention qu'il croit nouvelle : il n'entre point de fer dans le train ; les rayons des roues sont des cordes, etc. (On l'examinera.)

M. Richerand lit un *Mémoire sur une opération chirurgicale dans laquelle il a été enlevé des portions de trois côtes et où la plèvre a été entamée.* Cette opération a néanmoins parfaitement réussi.

Deux commissaires pris dans la Section de Botanique rendront compte d'un *Mémoire* présenté par M. Delille et *relatif au dattier cultivé en Egypte.*

M. Colin présente un *instrument* de son invention *propre à rendre facile l'incision circulaire recommandée contre la coulure de la vigne.* (*Voyez*, au sujet de cette incision, le tome V de ce journal, p. 432.)

On lit un *Mémoire de M. de France sur des Coquilles rapportées au genre Cabochon, mais qui ont des supports souvent très-élevés.* (Renvoyé à une commission.)

---

## RECHERCHES *physiologiques et médicales sur les causes, les symptômes et le traitement de la gravelle.*

Par F. MAGENDIE, D. M., etc.

(Brochure de 91 pages. Paris, 1818.)

(Extrait.)

RIEN n'est plus méthodique, plus clair, plus convaincant que le petit Traité dont je viens de transcrire le titre. Pour prouver au lecteur que cet éloge n'est point exagéré, il suffira de présenter en peu de mots un aperçu de la marche que M. Magendie a suivie dans l'examen des causes auxquelles doit être attribuée la formation des calculs que rendent les graveleux, et dans les conséquences pratiques qu'il en déduit.

Le plus souvent, les concrétions que rendent avec l'urine les personnes attaquées de la gravelle, sont formées par un acide particulier que les chimistes nomment l'*acide urique*, uni à une petite quantité de matière animale. Cet acide est un des principes immédiats qu'on trouve dans l'urine de l'homme, même en parfaite santé.

L'acide urique est très-peu soluble. L'eau à 16° n'en prend guère que la $\frac{1}{1700}$me partie de son poids. A la température de l'eau bouillante, la quantité dissoute est plus considérable et de $\frac{1}{1100}$me. environ : elle se dépose ensuite en partie, par le refroidissement, sous forme de petites lames.

Les sels que forme l'acide urique avec les bases salifiables, ne sont solubles d'une manière sensible qu'autant que les bases elles-mêmes ont cette propriété et qu'elles se trouvent en excès dans le composé.

Suivant l'analyse récente de M. Bérard, l'acide urique est formé ainsi qu'il suit :

| | |
|---|---|
| Azote, | 39,16 ; |
| Carbone, | 33,61 ; |
| Oxigène, | 18,89 ; |
| Hydrogène, | 8,34. |
| | 100,00. |

Quelle est l'origine de l'azote qui entre en si grande proportion dans la composition de l'acide urique ? Est-il fourni par les alimens ou par quelque autre voie ?

MM. Vauquelin et Fourcroy ont reconnu depuis longtemps que la matière blanche qui est contenue dans l'urine des oiseaux et évacuée avec leurs excrémens, se compose principalement d'acide urique. M. Wollaston a ajouté à cette observation la remarque importante que

la proportion d'acide évacuée par *diverses espèces* d'oiseaux se rapporte à la qualité de leurs alimens. Dans les excrémens d'une oie ne vivant que d'herbe, la matière blanche n'était que la $\frac{1}{200}$me partie du poids total. Dans ceux d'un faisan qui était renfermé et nourri exclusivement avec de l'orge, la proportion s'élevait à $\frac{1}{14}$me. Elle était plus considérable encore pour une poule qui, laissée en liberté dans la cour d'une ferme, avait pu y trouver des insectes ou d'autres matières animales. Un faucon nourri seulement avec de la chair, ne rendait qu'une très-petite quantité de matière solide relativement au résidu d'acide urique que laissait l'urine après sa dessiccation; et enfin, les évacuations d'un *ganet* auquel on ne donnait que du poisson, ne contenaient quelquefois aucune autre matière solide que de l'acide urique.

Le savant ingénieux à qui l'on doit ces expériences avait senti qu'il serait intéressant de les étendre aux altérations que les urines d'*un même animal* peuvent éprouver par le seul fait du changement de nourriture. C'est ce travail que M. Magendie a exécuté. Il a fait voir que si l'on prive pendant un certain temps un animal carnassier, un chien, par exemple, de toute nourriture azotée, et qu'on lui donne seulement de la gomme, de l'huile, du sucre, etc., son urine, après quelque temps, *ne présente plus aucune trace d'acide urique.* (Voyez *le Mémoire sur les Propriétés nutritives des substances qui ne contiennent pas d'azote.* Ann. de Chim. et de Phys., tome III, page 66.)

Il existe donc une relation nécessaire entre le régime d'un animal et la quantité d'acide urique que son urine renferme. Recherchons maintenant quelles circonstances

peuvent déterminer cet acide à se séparer de l'urine, dans laquelle il est ordinairement dissous.

Dans l'état actuel de nos connaissances, deux causes principales se présentent comme devant favoriser la formation de la gravelle, savoir : 1° une augmentation dans le rapport de l'acide urique à la quantité totale d'urine ; et 2° une diminution, quelle qu'en soit la cause, dans la température de ce dernier liquide.

Au premier rang des causes qui, augmentant la proportion d'acide urique, produisent souvent la gravelle, il faut placer, comme on a vu, l'usage des mets recherchés et préparés avec des substances animales, en un mot le régime des riches. Le cas suivant, dont M. Magendie a été témoin, mérite d'être rapporté.

« M***, négociant dans l'une des villes anséatiques, » jouissait en 1814 d'une fortune considérable, vivait » en conséquence, et avait une très-bonne table dont il » usait avec peu de ménagement : il était en même temps » tourmenté par la gravelle. Arrive inopinément une me- » sure politique qui lui fait perdre toute sa fortune et » l'oblige à fuir en Angleterre, où il passe près d'un an » dans un état voisin de la misère, ce qui l'oblige à de » nombreuses privations ; mais sa gravelle a complète- » ment disparu. Peu à peu il parvient à rétablir ses af- » faires ; il reprend son ancien genre de vie, et la gravelle » ne tarde pas à se montrer de nouveau. Un second revers » lui fait perdre en peu de temps tout ce qu'il a acquis : » il passe en France presque sans ressources ; son régime » est en rapport avec ses moyens pécuniaires ; la gra- » velle disparaît. Enfin, son industrie lui rend encore » une existence aisée ; il se livre à son goût pour les

» plaisirs de la table, et avec eux reparaît la gravelle. »

Il serait difficile de trouver une expérience mieux faite et une preuve plus convaincante de l'influence directe qu'un régime trop nutritif ou composé de substances fortement azotées, exerce sur la production des graviers; mais cette cause n'est pas la seule. M. Magendie indique encore le défaut d'exercice du corps, le travail de cabinet, le séjour au lit, etc.; l'usage des vins généreux et des liqueurs fortes; la mauvaise habitude de garder longtemps l'urine dans la vessie; les sueurs abondantes. Toutes choses d'ailleurs égales, les personnes qui boivent peu doivent être plus exposées à la gravelle que celles qui font un grand usage des boissons faiblement alcoolisées. Ajoutons une circonstance particulière (la température de l'urine) qui semble se joindre à toutes les précédentes pour favoriser le développement de la maladie dans la vieillesse : M. Magendie annonce, en effet, avoir reconnu que chez l'adulte cette température est de plusieurs degrés plus élevée que chez les hommes d'un certain âge; en sorte que l'urine de ces derniers, ayant une moins grande force dissolvante, laissera plus facilement précipiter l'acide urique, base principale des graviers.

Aux moyens généraux de traitement qui se déduisent naturellement des causes de la gravelle que nous venons d'indiquer, il faut ajouter ceux qui sont destinés à favoriser l'évacuation des calculs et à tenter leur dissolution. Ces deux moyens sont exposés avec tous les développemens convenables dans l'ouvrage de M. Magendie. Nous recommanderons également le chapitre où cet habile physiologiste a examiné le mode d'action des boissons qui renferment, comme le remède de M[lle] Stephens, des carbonates al-

calins avec excès de base. La chimie a appris qu'on sature par ce moyen l'acide urique, et que les urates qui en résultent, se dissolvant ensuite dans la portion de carbonate non décomposée, sont entraînés avec l'urine; mais elle prouve en même temps que les remèdes de cette espèce, loin d'être utiles, seraient fort dangereux, si on n'avait pas l'attention de boire suffisamment, et de manière que l'urine présente constamment des propriétés alcalines.

Le dernier chapitre de l'écrit que nous analysons traite des graviers dont l'acide urique n'est pas l'élément principal; mais il reste encore beaucoup à faire à ce sujet, tant pour découvrir les causes sous l'influence desquelles il se dépose dans la vessie des quantités si notables d'oxalate et de phosphate de chaux, d'oxide cystique, etc., que pour arriver, dans le traitement des calculs de cette espèce, à des résultats satisfaisans. Heureusement pour l'humanité, les graviers qui se présentent le plus fréquemment sont formés d'acide urique.

En rendant compte devant l'Académie des Sciences de l'ouvrage de M. Magendie, un homme de l'art très-distingué, M. Percy, disait qu'il le prendrait désormais pour guide dans sa pratique particulière. Un tel éloge est, ce me semble, celui qu'un médecin doit le plus envier. M. Magendie pourra après cela se rire des critiques passionnées que ne manqueront pas de lui adresser, comme de coutume, plusieurs de ses confrères. Un ouvrage dans lequel on discute le mode d'action de quelques médicamens, d'après les propriétés que la chimie leur assigne, doit singulièrement déplaire à des hommes qui paraissent redouter, par-dessus tout, de voir la marche

sûre de l'expérience s'introduire dans la médecine. On a pu craindre pendant quelque temps que ces partisans d'un aveugle empirisme et des plus vagues hypothèses ne nuisissent aux progrès de la science; mais en dirigeant leurs attaques trop haut, ils ont perdu tout crédit. Qui ne serait flatté de leurs critiques depuis qu'on les a vus employer les expressions du mépris en parlant des travaux d'un Wollaston et d'un Berzelius ?

---

## Variations *diurnes de l'Aiguille aimantée.*

Le Bureau des Longitudes de France vient de faire construire par notre habile artiste Fortin une boussole de variation qui nous permettra de présenter désormais, mois par mois, les valeurs des oscillations diurnes de l'aiguille aimantée. Nous allons, en attendant et pour fournir un terme de comparaison, transcrire ici les résultats *moyens* que M. le colonel Beaufoy a obtenus, avec un appareil semblable, dans son habitation à *Bushey-Heath*, près de *Stanmore*, depuis le commencement d'avril 1817 jusqu'à la fin de mars 1818.

La latitude de *Bushey-Heath* $= 51°.37'.42''$. La longitude $10'.42''$ en temps à l'ouest de Paris.

Les observations du matin sont généralement faites à $8^{h.}\ 30'$; celles du soir à $6^{h.}\ 15'$.

L'observation intermédiaire correspond assez ordinairement à $1^{h.}\frac{1}{2}$ après midi environ.

| | DÉCLINAISONS, | | |
|---|---|---|---|
| | Le matin. | à 1h. ½ après midi. | Le soir. |
| Avril 1817. | 24°.31'.52" | 24°.44'.43" | 24°.35'.58" |
| Mai . . . . | 24.32.20 | 24.42.35 | 24.34.45 |
| Juin . . . . | 24.31. 9 | 24.42.14 | 24.34. 5 |
| Juillet . . . | 24.31.14 | 24.42. 6 | 24.35.43 |
| Août . . . . | 24.31.16 | 24.42.51 | 24.33.45 |
| Septembre. | 24.33. 2 | 24.41.36 | 24.34.38 |
| Octobre . . | 24.31. 6 | 24.40.46 | . . . . . . |
| Novembre. | 24.31.49 | 24.37.55 | . . . . . . |
| Décembre . | 24.34. 3 | 24.38. 2 | . . . . . . |
| Janvier 1818. | 24.34. 2 | 24.39.57 | . . . . . . |
| Février . . | 24.34.22 | 24.40.51 | . . . . . . |
| Mars. . . . | 24.33.18 | 24.41.37 | 24.33.47. |

Cette table est extraite des *Annals of Philosophy* pour mai 1818. On voit qu'il n'est pas permis d'en conclure, ce que d'autres observations sembleraient cependant indiquer, que l'aiguille est maintenant parvenue au *maximum* de sa digression occidentale, et qu'elle commence à revenir sur ses pas.

---

## Du Grisoux (1), *et des moyens de préserver les mines de houille de son inflammation.*

Nous avons reçu, sous ce titre, une petite brochure publiée par les soins de la Chambre de commerce et des fabriques de Mons, avec des notes et des résultats d'expériences fournis par M. Grossart. Les membres de cette Chambre, après avoir fait faire sous leurs yeux des essais relatifs à la lampe de sir H. Davy, sont restés convaincus de

(1) On donne le nom de *grisoux* au gaz inflammable des mines.

son efficacité ; et c'est pour en faciliter l'intelligence et en répandre l'usage, qu'ils présentent, réunis dans une seule brochure, les renseignemens les plus précis qui ont été publiés jusqu'à présent, mais que l'on trouve tous dans ce journal. M. Gossart, qui a dirigé les expériences, nous écrit que l'on vient de terminer, dans la houillère des Tapatous sur Elonges, à l'aide de la lampe de sûreté, un ouvrage dangereux qui se faisait autrefois dans les ténèbres, et était par conséquent très-long. Le grisoux s'est enflammé dans le réseau métallique de la lampe jusqu'à cinquante et cent fois par journée d'ouvrier, sans communication de l'inflammation à l'extérieur. Nous applaudissons de tous nos efforts au zèle de la Chambre de commerce de Mons, et il est à desirer que son exemple soit suivi. Les découvertes les plus utiles sont souvent dédaignées par apathie ou par ignorance ; mais souvent aussi parce qu'on en croit l'application difficile. La vue d'une expérience suffit quelquefois pour convaincre et instruire : par ce motif, nous nous ferons un plaisir de faire avec la lampe de M. Davy, devant les propriétaires ou directeurs de mines de charbon de terre, les essais qu'ils pourront desirer. Les avantages de ce précieux instrument sont si grands et si bien constatés, qu'en résistant plus long-temps à en adopter l'emploi, on serait justement accusé de la plus coupable indifférence.

---

## Programme *du Prix de Statistique proposé par l'Académie royale des Sciences pour l'année* 1818.

Une ordonnance du Roi, rendue le 22 octobre 1817, autorise la fondation d'un prix de statistique qui sera proposé et décerné par l'Académie des Sciences.

Parmi les ouvrages publiés chaque année, et qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la statistique de la France, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la première séance publique de l'année suivante. On considère

comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui auraient été imprimés et publiés dans le cours de l'année. Sont seuls exceptés les ouvrages imprimés ou manuscrits des membres résidens de l'Académie.

Afin que les recherches puissent s'étendre à un plus grand nombre d'objets, il a paru d'abord préférable de ne point indiquer une question spéciale en laissant aux auteurs mêmes le choix du sujet, pourvu que ce sujet appartienne à la statistique proprement dite, c'est-à-dire, qu'il contribue à faire connaître exactement le territoire ou la population, ou les richesses agricoles et industrielles du royaume ou des colonies.

Les remarques suivantes pourront servir à diriger les auteurs vers le but qu'on s'est proposé en fondant un prix annuel de statistique.

Cette science a pour objet de rassembler et de présenter avec ordre les faits qui concernent directement l'économie civile. Elle observe et décrit les propriétés du climat, la configuration du territoire, son étendue, ses divisions naturelles ou politiques, la nature du sol, la direction et l'usage des eaux.

Elle énumère la population, et en distingue les différentes parties sous les rapports du sexe, de l'âge, de l'état de mariage, et de la condition ou profession.

Elle montre l'état et les progrès de l'agriculture, ceux de l'industrie et du commerce, et en fait connaître les procédés, les établissemens et les produits.

Elle indique l'état des routes, des canaux et des ports;

Les résultats de l'administration des secours publics;

Les établissemens destinés à l'instruction;

Les monumens de l'histoire et des arts.

Ainsi, le but de ses recherches est de reconnaître et de constater les effets généraux des institutions civiles, et tous les élémens de la puissance respective et de la richesse des nations.

La statistique est donc une science de faits ; elle est formée d'un grand nombre de résultats positifs fidèlement représentés ; elle multiplie les observations, les détails utiles, les évaluations et les mesures ; elle exige une instruction variée, et plusieurs sciences l'éclairent et la dirigent ; mais elle leur emprunte seulement des principes généraux que l'expérience et l'étude ont fixés depuis long-temps.

Elle diffère beaucoup de la science de l'économie politique, qui examine et compare les effets des institutions, et recherche les causes principales de la richesse et de la prospérité des peuples. Ces considérations, qui exigent des lumières si rares, ne peuvent être fondées que sur l'examen attentif de tous les faits ; mais elles ne sont point le premier objet de la statistique, qui exclut presque toujours les discussions et les conjectures.

L'arithmétique politique, c'est-à-dire, l'application de l'analyse mathématique à un certain ordre de faits civils, doit aussi être distinguée de la statistique. Cette analyse dirige utilement les recherches sur la population et sur d'autres objets qui intéressent l'économie publique. Elle indique, dans ces recherches, les élémens qu'il importe le plus d'observer, leur dépendance réciproque et le nombre des observations nécessaires pour acquérir un degré donné de certitude ; elle détermine la durée moyenne de la vie, celle des mariages ou associations, le nombre d'hommes d'un âge donné, le rapport de la population totale au nombre moyen des naissances annuelles. La statistique admet ces divers résultats sans les envisager sous le point de vue théorique. Elle emploie surtout ceux que l'on peut regarder comme évidens par eux-mêmes, ou dont la connaissance est devenue facile à acquérir.

Les richesses d'un état, sa population, les usages publics, les arts, enfin, presque tous les objets que la statistique considère, et qu'elle décrit à une certaine époque, peuvent subir des changemens très-sensibles dans l'intervalle de quelques

années, en sorte qu'il paraîtrait nécessaire de renouveler sans cesse les premières recherches; mais on doit faire à ce sujet une remarque importante. La plupart de ces élémens variables conservent entr'eux une relation que l'expérience a fait connaître, et qui subsiste toujours, ou du moins pendant un laps de temps considérable. On est parvenu à distinguer, dans plusieurs cas, ceux des élémens qu'il suffit d'observer chaque année pour déterminer les autres avec une approximation suffisante. Cette remarque est très-générale, et constitue un des principes de la statistique. Elle sert à vérifier les résultats; elle dispense de renouveler fréquemment les recensemens généraux, les énumérations, les descriptions complètes, et perpétue en quelque sorte l'utilité de ces premiers travaux.

Les mesures géodésiques, les observations relatives aux températures et à l'état de l'atmosphère, aux maladies communes, à la salubrité de l'air, des alimens et des eaux, l'exposition des procédés des arts, les descriptions minéralogiques appartiennent sans doute à la statistique; elles en sont même des élémens précieux; mais cette science n'a point pour but de perfectionner les théories; elle en considère seulement l'application immédiate et générale à l'état présent de la société.

Si parmi les ouvrages de statistique, il y en a dont on ne doit attendre aucun avantage, ce sont ceux dont les auteurs, embrassant d'avance une opinion fixe sur une des questions d'économie politique, sembleraient moins occupés d'énumérer tous les faits que de choisir et de faire remarquer ceux qu'ils jugeraient favorables à leurs sentimens.

On pourrait, au contraire, parmi les ouvrages regardés à juste titre comme les plus utiles, désigner ceux qui auraient pour objet :

La description d'une des principales branches de l'industrie française, et l'estimation détaillée de ses produits.

La description des cours d'eaux, et de leur usage dans une portion notable du territoire de la France.

Le tableau de l'industrie de la capitale, recherche importante, qui se compose d'une multitude d'élémens divers très-difficiles à rassembler.

Le plan topographique d'une grande ville joint à des Mémoires assez étendus sur la population, le commerce, la navigation et les établissemens maritimes.

Les descriptions statistiques des départemens, ou des annuaires rédigés d'après les instructions générales qui ont été publiées en France, et que Son Excellence le Ministre de l'Intérieur a renouvelées.

L'indication des substances qui forment la nourriture des habitans des campagnes dans plusieurs départemens, et le tableau des proportions selon lesquelles ces mêmes substances sont employées comme alimens.

Une suite d'observations sur les transports effectués par terre, qui serve à comparer l'importance respective des communications.

L'état des richesses minéralogiques de la France, celui de la navigation intérieure.

Enfin, divers Mémoires de ce genre ayant un objet spécial exactement défini et relatif à l'économie publique.

On regarderait comme préférables ceux de ces Mémoires qui, à conditions égales, s'appliqueraient à une grande partie du territoire ou à des branches importantes de l'agriculture ou du commerce; ceux qui donneraient la connaissance complète d'un objet déterminé, et contiendraient surtout la plus grande quantité possible de résultats numériques et positifs.

En effet, il est assez facile de substituer à ces énumérations des aperçus généraux, des dissertations ou des vues sur tous les objets qui intéressent l'administration de l'Etat; mais ce qui demande beaucoup de sagacité et de soin, ce qui est vraiment digne de l'attention, et nous dirons même de la

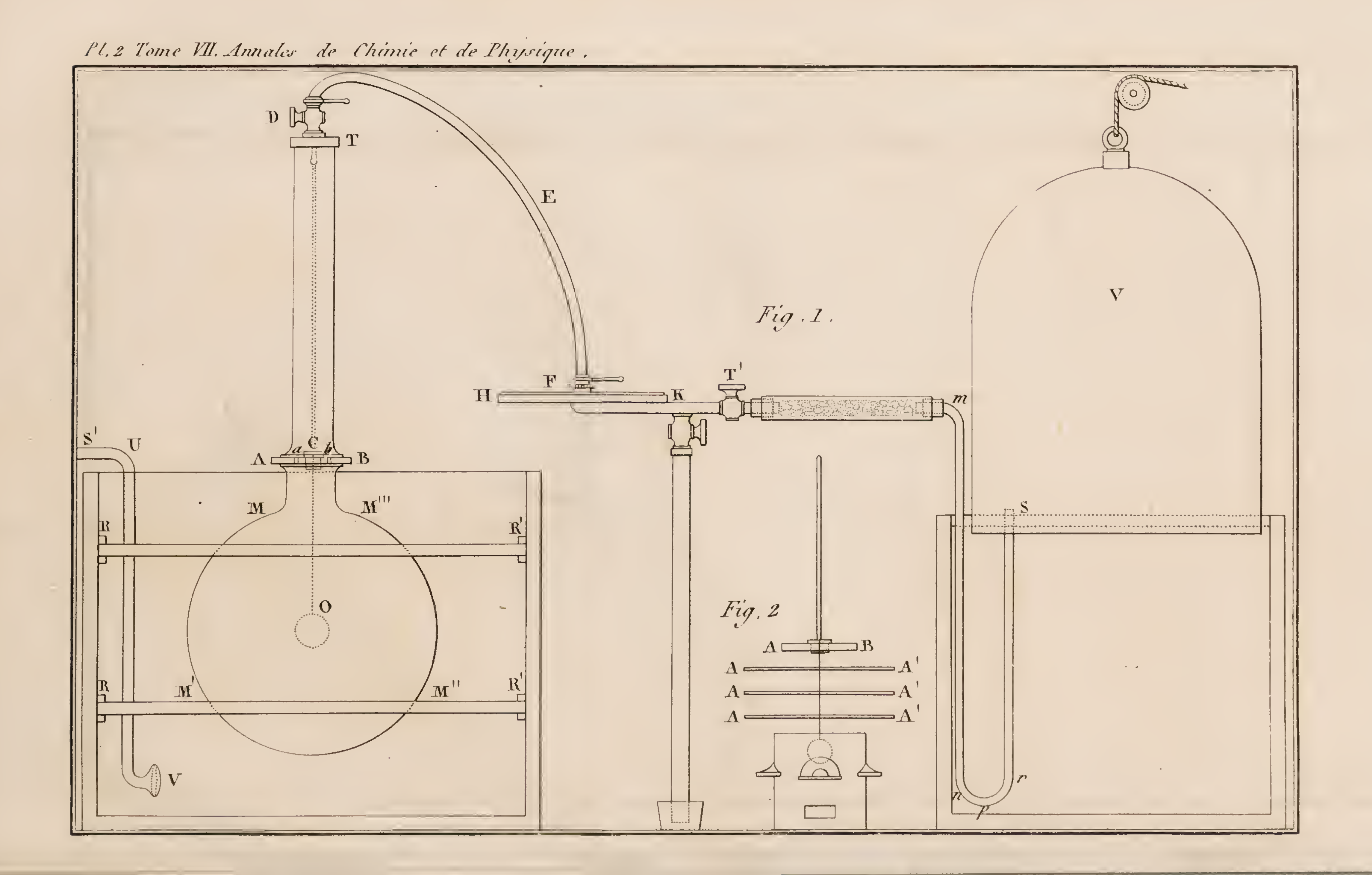
reconnaissance publique, c'est de discerner les faits importans, d'en former une collection nombreuse et variée, d'assigner les quantités, les valeurs, l'étendue; de soumettre à des mesures tout ce qui peut en être l'objet, de multiplier les renseignemens exacts et les observations. Ce sont les travaux de ce genre qui éclairent les sciences économiques, préparent les projets utiles et les grandes entreprises, inspirent l'homme d'état, réunissent et présentent sans cesse à la science de l'administration, à l'histoire, les élémens si divers dont se compose la longue expérience des sociétés humaines.

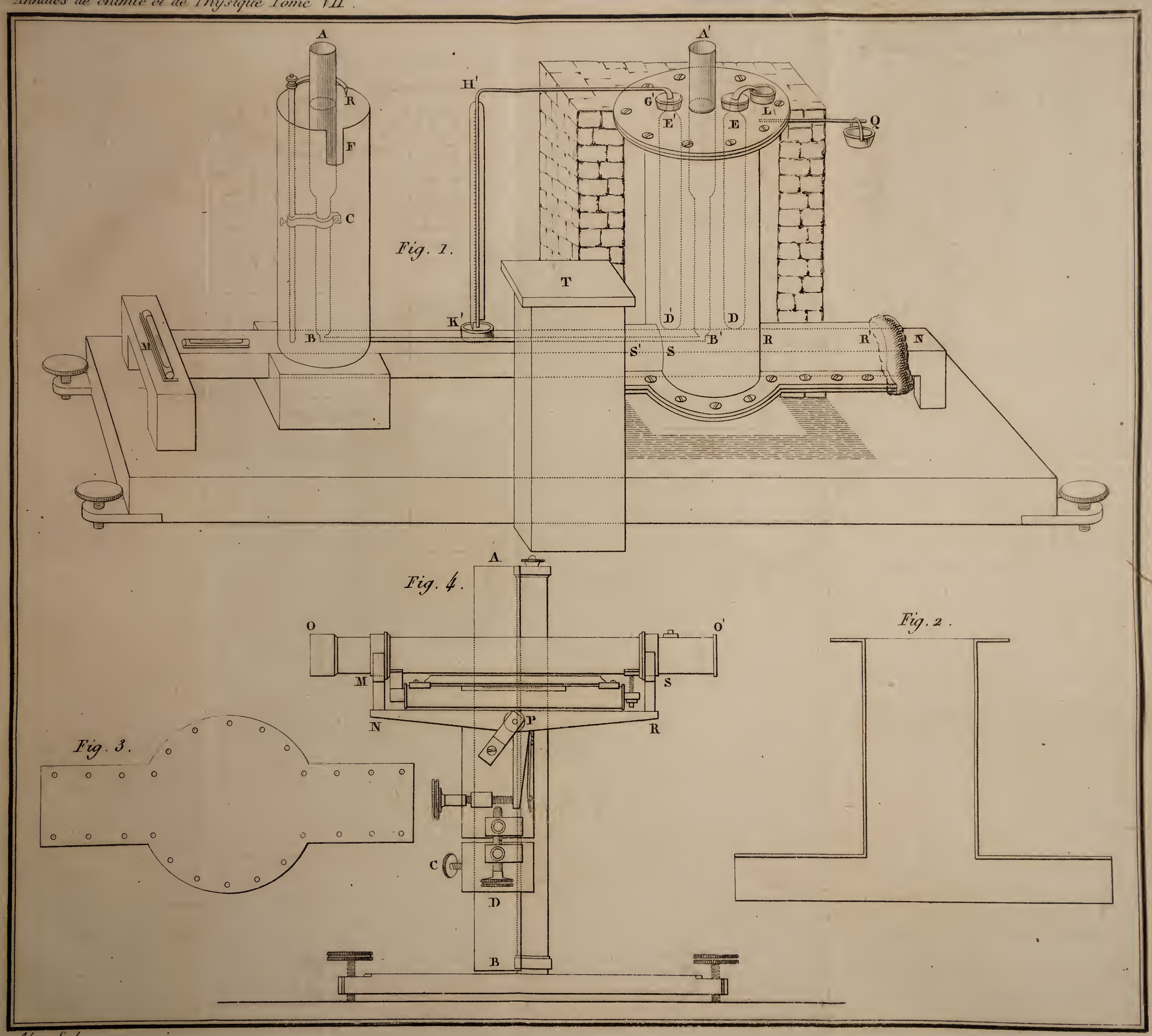
Les réflexions précédentes pourraient être plus développées; mais elles suffisent pour l'objet que l'on a dû se proposer ici, qui est d'énoncer les règles générales. L'Académie des Sciences aura satisfait aux intentions du Gouvernement, à celles du fondateur, ses vœux seront accomplis, si elle a pu, dès l'origine de cette nouvelle fondation, exposer les vrais principes de la science qui en est l'objet, et en propager la connaissance, inspirer de plus en plus le goût des études positives, et diriger vers un but commun des recherches consacrées à l'utilité publique.

*Nota.* Les Mémoires manuscrits, destinés au concours de l'année 1818, doivent être adressés au secrétariat de l'Institut, *francs de port*, et remis avant le 1er janvier 1819. Ils peuvent porter le nom de l'auteur, ou ce nom peut être écrit dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Quant aux ouvrages imprimés, il suffit qu'ils aient été publiés dans le courant de l'année 1818, et que l'Académie en ait connaissance avant l'expiration du délai indiqué. Le prix consiste en une médaille d'or équivalente à la somme de *cinq cent trente francs*. — Il sera décerné dans la séance publique du mois de mars 1819.

| JOURS. | 9 HEURES DU MATIN | | | MIDI. | | | 3 HEURES DU SOIR. | | | 9 HEURES DU SOIR. | | | THERMOMÈTRE. | | ÉTAT DU CIEL à midi. | VENTS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | Barom. à 0°. | Therm. extér. | Hygr. | maxim. | minim. | | |
| 1 | 759,64 | + 5,2 | 65 | 759,00 | + 7,9 | 55 | 757,95 | + 9,4 | 49 | 758,66 | + 5,5 | 60 | + 9,4 | + 0,7 | Beau. | N. E. f. |
| 2 | 760,27 | + 7,4 | 72 | 759,54 | +11,2 | 70 | 758,95 | +14,0 | 60 | 760,42 | + 7,7 | 70 | +14,1 | + 2,6 | Nuageux. | N. E. f. |
| 3 | 763,20 | + 6,0 | 84 | 763,00 | + 8,1 | 74 | 762,86 | + 8,5 | 71 | 763,93 | + 5,5 | 80 | + 8,5 | + 2,9 | Très-nuageux. | N. E. |
| 4 | 764,53 | + 7,1 | 68 | 764,16 | + 9,4 | 50 | 763,33 | +10,9 | 49 | 763,41 | + 5,1 | 80 | +10,9 | + 2,2 | Beau. | N. E. f. |
| 5 | 760,94 | + 7,2 | 69 | 758,77 | +11,7 | 54 | 755,93 | +13,9 | 52 | 753,99 | + 8,3 | 72 | +13,9 | − 0,7 | Beau. | E. S. E. |
| 6 | 749,11 | +11,9 | 83 | 748,34 | +16,5 | 72 | 748,07 | +16,6 | 64 | 750,58 | +11,7 | 80 | +16,6 | + 8,2 | Très-nuageux. | S. O. f. |
| 7 | 752,86 | +12,7 | 84 | 752,56 | +14,7 | 83 | 751,20 | +18,1 | 74 | 750,64 | +12,5 | 83 | +18,1 | + 8,0 | Pluie par intervalles. | S. |
| 8 | 749,84 | +14,9 | 82 | 749,28 | +20,0 | 66 | 748,41 | +21,0 | 60 | 748,64 | +13,5 | 81 | +21,0 | + 9,5 | Nuageux | S. |
| 9 | 749,14 | +15,4 | 83 | 749,19 | +17,0 | 65 | 749,77 | +16,6 | 67 | 753,13 | + 9,8 | 82 | +17,0 | + 8,7 | Très-nuageux. | S. O. ft |
| 10 | 752,4[illegible] | +10,1 | 83 | 749,12 | +14,5 | 83 | 746,42 | +19,7 | 62 | 744,30 | +15,7 | 80 | +20,2 | + 6,0 | Couvert. | S. E. |
| 11 | 743,70 | +13,2 | 70 | 742,94 | +13,9 | 79 | 743,53 | +11,0 | 79 | 746,39 | + 6,5 | 84 | +13,9 | + 6,5 | Pluie. | S. S. O. t-f. |
| 12 | 755,49 | + 5,0 | 85 | 757,57 | + 6,7 | 66 | 759,67 | + 8,2 | 56 | 761,63 | + 3,0 | 78 | + 8,2 | + 0,7 | Quelques éclaircies. | N. O. |
| 13 | 761,30 | + 8,5 | 73 | 759,92 | +12,0 | 56 | 757,88 | +10,9 | 53 | 754,74 | + 5,9 | 80 | +12,0 | + 5,9 | Nuageux | O. S. O. |
| 14 | 749,70 | + 9,6 | 69 | 749,79 | +11,0 | 62 | 750,13 | +11,5 | 55 | 752,12 | + 7,5 | 69 | +11,5 | + 3,5 | Légers nuages. | S. S. E. |
| 15 | 751,56 | +11,2 | 60 | 750,58 | +14,0 | 55 | 749,16 | +14,7 | 55 | 745,57 | + 8,0 | 79 | +14,7 | + 2,7 | Nuageux. | S. E. |
| 16 | 742,43 | + 9,9 | 85 | 741,16 | +13,9 | 86 | 739,80 | +13,6 | 85 | 739,85 | +10,7 | 86 | +13,9 | + 7,0 | Couvert. | S. E. |
| 17 | 737,20 | +12,5 | 84 | 735,82 | +16,0 | 72 | 734,64 | +17,2 | 70 | 735,04 | +14,0 | 83 | +17,2 | + 7,2 | Couvert. | E. |
| 18 | 738,42 | +10,7 | 78 | 739,60 | +13,7 | 66 | 740,35 | +12,0 | 76 | 743,05 | + 6,2 | 92 | +13,8 | + 6,2 | Couvert. | S. S. O |
| 19 | 748,14 | + 9,0 | 83 | 749,00 | +10,7 | 82 | 749,43 | +11,2 | 80 | 751,32 | + 8,9 | 82 | +11,2 | + 7,4 | Couvert. | N. N. O. |
| 20 | 752,27 | +10,4 | 71 | 751,22 | +13,5 | 60 | 751,45 | +16,1 | 56 | 750,62 | +11,2 | 80 | +16,1 | + 6,5 | Couvert. | E. N. E. |
| 21 | 749,97 | +12,2 | 84 | 750,47 | +14,4 | 69 | 750,32 | . . . | . . | 750,88 | +12,0 | 77 | +15,9 | +10,5 | Nuageux. | S. O. |
| 22 | 749,87 | +12,4 | 84 | 748,86 | +19,6 | 69 | 747,14 | +20,7 | 60 | 745,90 | +14,5 | 74 | +20,7 | +10,6 | Couvert. | S. E. |
| 23 | 744,23 | +17,0 | 65 | 743,33 | +20,5 | 55 | 742,34 | +18,5 | 65 | 741,30 | +12,4 | 85 | +20,5 | + 9,9 | Nuageux. | S. S. E. |
| 24 | 741,63 | +17,5 | 70 | 740,78 | +21,0 | 60 | 738,96 | +20,0 | 61 | 738,87 | +14,1 | 85 | +21,0 | +11,1 | Nnuageux. | S. E. |
| 25 | 740,08 | +17,8 | 74 | 740,31 | +20,0 | 68 | 739,49 | +21,2 | 60 | 741,50 | +12,7 | 82 | +21,0 | +12,2 | Nuageux. | S. |
| 26 | 744,82 | +17,7 | 74 | 745,12 | +21,7 | 62 | 744,33 | +21,2 | 54 | 744,30 | +13,6 | 90 | +21,8 | + 9,2 | Nuageux. | S. E. |
| 27 | 747,67 | +18,2 | 71 | 748,84 | +20,1 | 65 | 749,50 | +15,0 | 81 | 750,65 | +12,1 | 86 | +20,1 | +10,5 | Nuageux. | S. O. |
| 28 | 754,92 | +12,2 | 86 | 756,06 | +15,0 | 80 | 756,12 | +14,7 | 75 | 757,96 | +11,2 | 85 | +15,8 | +11,2 | Couvert. | N. O. |
| 29 | 756,60 | +13,1 | 78 | 755,30 | +17,6 | 74 | 753,97 | +18,8 | 70 | 752,83 | +15,2 | 80 | +18,8 | + 7,7 | Nuageux. | E. N. E. |
| 30 | 748,20 | +17,1 | 75 | 748,15 | +21,7 | 70 | 747,07 | +20,6 | 81 | 749,78 | +13,2 | 83 | +21,8 | +12,2 | Très-nuageux. | S. |
| 1 | 756,20 | + 9,8 | 77 | 755,30 | +13,1 | 67 | 754,29 | +14,9 | 61 | 754,68 | + 9,5 | 77 | +15,0 | + 4,8 | Moyennes du 1 au 10. | |
| 2 | 748,03 | +10,0 | 76 | 747,76 | +12,5 | 68 | 747,60 | +12,6 | 66 | 748,23 | + 8,2 | 81 | +13,2 | + 5,4 | Moyennes du 11 au 20. | |
| 3 | 747,80 | +15,5 | 76 | 747,72 | +19,2 | 67 | 746,92 | +18,9 | 67 | 747,40 | +13,2 | 83 | +19,7 | +10,5 | Moyennes du 21 au 30. | |
| | 750,67 | +11,7 | 76 | 750,26 | +14,9 | 68 | 749,61 | +15,3 | 65 | 750,10 | +10,3 | 80 | +16,0 | + 6,9 | Moyennes du mois + 11,4. | |


D
T
E
Fig. 1.
V
H
F
K
T'
m
S'
U
A
a
C
b
B
M
M'''
S
R
R'
O
Fig. 2
A
B
A
A'
A
A'
A
A'
R
M'
M''
R'
V
r
n
p


Fig. 1.
A
R
F
C
B
H'
A'
G'
L
E'
E
Q
T
K'
D'
D
B'
S'
S
R
R'
N
M
Fig. 4.
A
O
O'
M
S
N
R
P
C
D
B
Fig. 2.
Fig. 3.

Adam Sculp

# TABLE

## DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU SEPTIÈME VOLUME.

